



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – PROCC

**PETIC DECISION MAKING (PDM):
UM MODELO AUTOMATIZADO PARA APOIO À TOMADA DE DECISÃO
ESTRATÉGICA EM TIC**

FABIO GOMES ROCHA

SÃO CRISTÓVÃO (SE)

2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – PROCC

**PETIC DECISION MAKING (PDM):
UM MODELO AUTOMATIZADO PARA APOIO À TOMADA DE DECISÃO
ESTRATÉGICA EM TIC**

FABIO GOMES ROCHA

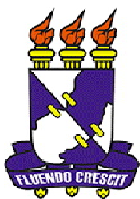
Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Computação (PROCC) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Rogério Patrício Chagas do Nascimento

Coorientador: Prof. Dr. Michel dos Santos Soares

SÃO CRISTÓVÃO (SE)

2017



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**



FABIO GOMES ROCHA

**PETIC DECISION MAKING (PDM):
UM MODELO AUTOMATIZADO PARA APOIO À TOMADA DE DECISÃO
ESTRATÉGICA EM TIC**

APROVADO EM: 09.02.2017

**Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciência da
Computação da Universidade Federal de
Sergipe e aprovada pela Banca
Examinadora.**

Prof. Dr. Rogério Patrício Chagas do Nascimento (Orientador)
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação/UFS

Prof. Dr. Michel dos Santos Soares (Coorientador)
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação/UFS

Profa. Dra. Adicinéia Aparecida de Oliveira
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação/UFS

Prof. Dr. Denis Alcides Rezende
Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana/PUC-PR

SÃO CRISTÓVÃO (SE)

2017

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

R672p Rocha, Fabio Gomes
PETIC Decision Making (PDM): um modelo automatizado para apoio à tomada de decisão estratégica em TIC / Fabio Gomes Rocha ; orientador Rogério Patrício Chagas do Nascimento. – São Cristóvão, 2016.
74 f. : il.

Dissertação (mestrado em Ciências da computação)– Universidade Federal de Sergipe, 2017.

1. Programas de computador. 2. Planejamento estratégico. 3. Software - Desenvolvimento. 4. Tecnologia da informação. 5. Comunicação da tecnologia. I. Nascimento, Rogério Patrício Chagas do. II. Título.

CDU: 004.4:005.21

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Ilson e Rosa, pela incansável dedicação a mim e aos meus irmãos, preparando-nos para a vida por meio de seus exemplos e servindo-nos de guia para as nossas jornadas.

A minha querida esposa pelo apoio incondicional em todos os momentos que exigiram a minha ausência e por ser a minha permanente fonte de inspiração.

AGRADECIMENTOS

Nenhuma obra, ação ou existência é possível sem a mão da “inteligência suprema, causa primeira de todas as coisas”: Deus, agradeço por seu comando em minha vida, amparando-me na esperança, conduzindo-me no caminho da retidão e colocando-me em convívio com aqueles que contribuem para minha evolução, em todos os sentidos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Computação da UFS, que ao longo da minha formação brindaram-me com os seus conhecimentos, contribuindo para o despertar de ideias e reflexões para este estudo.

Aos mestres que, tão atenciosamente, participaram nos momentos da qualificação e defesa da dissertação, Profa. Dra. Adicinéia Aparecida de Oliveira e Dr. Denis Alcides Rezende, pela avaliação e relevantes sugestões à pesquisa.

Aos professores Dr. Rogério Patrício Chagas do Nascimento, meu orientador, e Dr. Michel dos Santos Soares, meu coorientador, pela dedicação e relação de parceria para o desenvolvimento deste estudo.

À equipe do Sindicato das Secretárias e Secretários do Estado de São Paulo, especialmente à Sra. Isabel Cristina Baptista, presidente da entidade, que tão atenciosamente se dispuseram a colaborar com a pesquisa, por meio de entrevistas, dados e documentos.

Ao Andson e à sua equipe do Centro de Processamento de Dados da Prefeitura Municipal de Aracaju, por viabilizarem a aplicação deste estudo naquele órgão, por meio da disponibilização de dados e entrevistas.

Aos meus alunos pelo apoio e oportunidade em fazer do processo de ensino uma relação de mútua aprendizagem.

Aos meus amigos, que próximos ou distantes, nunca deixaram de torcer pelo meu sucesso, trazendo-me a palavra e o incentivo fraternal nos momentos em que as dificuldades se fizeram presentes.

“Os objetivos são fundamentais em todas as áreas em que o desempenho e os resultados influenciam de maneira direta e vital a sobrevivência e a prosperidade do negócio” (DRUCKER, 2010, p. 30).

RESUMO

O planejamento estratégico é essencial para a gestão das Tecnologias da Informação e Comunicação nas organizações, proporcionando decisões mais assertivas para o estabelecimento dos propósitos básicos de melhoria e implementação de novos recursos. Abordando o tema, o objetivo deste estudo foi a adaptação do Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) na criação de um novo modelo de apoio à tomada de decisão sobre a priorização de investimentos em planejamento estratégico de Tecnologias da Informação e Comunicação como suporte à metodologia PETIC, denominado PETIC Decision Make (PDM), avaliando sua aplicabilidade em estudos de caso real. As instituições investigadas foram um órgão da administração pública municipal e uma entidade sindical, onde se empregou o PDM na priorização de investimentos para o período de cinco anos, utilizando-se a ferramenta PDMSys criada neste estudo. Por meio do método proposto foi possível selecionar alternativas de ações consideradas preferíveis e analisar as suas dependências, além de criar um ciclo contínuo para ordená-las. Os resultados indicaram a praticabilidade do método, evitando indicação em que as dependências prejudicassem o investimento em tecnologias. Dessa forma, constatou-se que a aplicação do PDM amplia a previsibilidade sobre os gastos, possibilita a redução de custos iniciais e contribui para a assertividade nas decisões sobre a gestão dos recursos tecnológicos, implicando na gestão global das instituições.

Palavras-chave: PETIC. PETIC Decision Make. Planejamento estratégico de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC). Tomada de decisão. TOPSIS.

ABSTRACT

Strategic planning is essential for the management of Information and Communication Technologies in organizations, providing more assertive decisions to establish the basic purposes of improvement and implementation of new resources. The goal of this study was the adaptation of the Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) in the creation of a new model to support decision making on the prioritization of investments in strategic planning of Information and Communication Technologies as a support to the methodology PETIC, called PETIC Decision Make (PDM), evaluating its applicability in real case studies. The investigated institutions were a municipal public administration body and a labor union entity, where the PDM was used in the prioritization of investments for the period of five years, using the tool PDMSys created in this study. By means of the proposed method was possible to select alternatives of actions considered preferable and to analyze their dependencies, besides creating a continuous cycle for classification. The results indicated the practicability of the method, avoiding an indication that the dependencies would jeopardize the investment in technologies. In this way, it was verified that the application of the PDM increases the predictability of expenditures, allows the reduction of initial costs and contributes to the assertiveness in the decisions on the management of the technological resources, implying in the global management of the institutions.

Keywords: PETIC. PETIC Decision Make. Strategic Planning of Information and Communication Technology (ICT). Decision making. TOPSIS.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Metodologias de planejamento estratégico	23
Quadro 2 - Sumário de técnicas de tomada de decisão	27
Quadro 3 - Critérios PETIC para decisão	34
Quadro 4 - Impacto dos critérios PETIC Decision Making	35
Quadro 5 - Tabela de decisão com proximidade relativa X dependência	38
Quadro 6 - Sequências de prioridades de investimentos na Prefeitura Municipal de Aracaju e no Sindicato das Secretárias e Secretários do Estado de São Paulo	59

Figura 1 - Fases da pesquisa	18
Figura 2 - Componentes da PETIC 3.0	25
Figura 3 - Artefato PETIC	25
Figura 4 - Workflow PETIC 3.0	26
Figura 5 - Ciclo de vida de atividades do PETIC Decision Making	33
Figura 6 - Ciclo de priorização de ação	39
Figura 7 - Interação de decisão	39
Figura 8 - Sequência de desenvolvimento PDMSys	40
Figura 9 - Visão da implementação da arquitetura de software	41
Figura 10 - Camadas do PDMSys, segundo o Domain Driven Design	42
Figura 11 - Diagrama de casos de uso do PDMSys	43
Figura 12 - Diagrama de classes do PDMSys	44
Figura 13 - Diagrama de banco de dados do PDMSys	45
Figura 14 - Tela de login do PDMSys	46
Figura 15 - Tela de cadastro do PDMSys	46
Figura 16 - Tela de cadastro de projetos PDMSys	47
Figura 17 - Tela de lista de critérios do PDMSys	48
Figura 18 - Tela de adição de novos critérios do PDMSys	48
Figura 19 - Tela de pontuação dos critérios por ação no projeto do PDMSys	49
Figura 20 - Novo workflow PETIC integrando PDM	62

Gráfico 1 -	Distâncias Euclidiana para as soluções ideais e negativos ideais em espaço bidimensional	29
Gráfico 2 -	Grau de importância dos critérios de decisão	35
Gráfico 3 -	Peso dos critérios de decisão	50
Gráfico 4 -	Ordenação de ações	50
Gráfico 5 -	Percentual de criticidade por área PETIC na Prefeitura Municipal de Aracaju e Sindicato das Secretárias e Secretários do Estado de São Paulo.....	55
Gráfico 6 -	Quantidade de ações por área	56
Gráfico 7 -	Importância dos critérios para tomada de decisão	57
Gráfico 8 -	Classificação por importância sem análise de dependência	57
Gráfico 9 -	Priorização das ações empregando o TOPSIS na Prefeitura Municipal de Aracaju	58
Gráfico 10 -	Priorização das ações empregando o TOPSIS no Sindicato das Secretárias e Secretários do Estado de São Paulo	58
Gráfico 11 -	Ações da Prefeitura Municipal de Aracaju priorizadas pelo modelo	60
Gráfico 12 -	Ações do Sindicato das Secretárias e Secretários do Estado de São Paulo priorizadas empregando o PETIC Decision Making	61

Equação 1 -	Cálculo de priorização	26
Equação 2 -	Matriz de decisão PETIC Decision Making	36
Equação 3 -	Normalização de dados	36
Equação 4 -	Solução ideal positiva (melhor solução)	36
Equação 5 -	Solução ideal negativa (pior solução)	37
Equação 6 -	Cálculo da distância para solução ideal positiva	37
Equação 7 -	Cálculo da distância para solução ideal negativa	37
Equação 8 -	Cálculo da proximidade relativa	38
Equação 9 -	Seleção das melhores alternativas, sendo que a proximidade relativa seja maximizada e a dependência seja zero	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Processos e ações por área PETIC	53
Tabela 2 - Processos e ações por área PETIC e ações de melhoria por área.....	54

LISTA DE SIGLAS

AHP – Analytic Hierarchy Process

ANP – Analytic Network Process

API – Application Programming Interface

CMMI – Capability Maturity Model Integration

COBIT – A Business Framework for the Governance and Management of Enterprise It

CPD – Centro de Processamento de Dados

CSV – Comma Separated Values

DDD – Domain Driving Design

ITIL – Information Technology Infrastructure Library

GQM – Goal Question Metric

PE – Planejamento Estratégico

PMA – Prefeitura Municipal de Aracaju

PMBOK – Project Management Boody of Knowledge

ROI – Return of Investment

SAD – Sistema de Apoio à Decisão

SINSESP – Sindicato das Secretárias e Secretários do Estado de São Paulo

TDD – Teste Driving Development

TIC - Tecnologia da Informação e Comunicação

TOPSIS – Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVOS	16
1.2	JUSTIFICATIVA	16
1.3	PROBLEMA DE PESQUISA	17
1.4	METODOLOGIA DA PESQUISA	17
1.5	ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1	PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO	21
2.2	PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO.....	22
2.2.1	Metodologias de planejamento estratégico de tecnologia da informação e comunicação	23
2.3	METODOLOGIA PETIC	24
2.4	TOMADA DE DECISÃO	27
2.4.1	TOPSIS	29
2.4.2	Sistemas de apoio a tomada de decisão	30
2.4.3	Trabalhos relacionados	30
3	SOLUÇÃO PDM	33
3.1	O PDMSys	39
3.1.1	Processo de desenvolvimento	40
3.1.2	Arquitetura e tecnologia	41
3.1.3	Visão geral do PDMSys	45
4	ESTUDOS DE CASO APLICANDO O MODELO PDM	51
4.1	PLANEJAMENTO	51
4.2	DESCRIÇÃO DO LOCAL	51
4.2.1	Prefeitura Municipal de Aracaju/SE	52
4.2.2	Sindicato das Secretárias e Secretários do Estado de São Paulo (SINSESP)	52
4.3	PREPARAÇÃO	52
4.4	EXECUÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO	53
4.4.1	Prefeitura de Aracaju/SE	53
4.4.2	Sindicato das Secretárias e Secretários do Estado de São Paulo	53

5	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	55
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
	REFERÊNCIAS	65
	APÊNDICES	70
	APÊNDICE A - Quadro de ações Prefeitura Municipal de Aracaju/SE	71
	APÊNDICE B - Quadro de ações do Sindicato das Secretárias e Secretários do Estado de São Paulo	72
	APÊNDICE C – Arquitetura PDMSys integrando-se ao Web Petic Wizard por meio do extrador PETICMiner	73

1 INTRODUÇÃO

No atual cenário de economia globalizada a tecnologia é considerada uma aliada na busca de informações que permitam às organizações atingirem melhores estratégias de negócio (OLIVEIRA, 2015). Dessa forma, as organizações agregam a tecnologia como uma fonte importante de inovação, fator crucial para o sucesso das empresas no tocante à competitividade e criação de valor (REIK; LINDERMAN, 2014). Ela se torna, portanto, um recurso essencial para agilizar a tomada de decisão e obter inteligência organizacional, aplicando-se a organizações de todos os portes (REZENDE, 2011), sendo alvo de investimentos nos segmentos público e privado.

O investimento na aquisição de tecnologia vem crescendo nas últimas décadas. Segundo pesquisa da Fundação Getúlio Vargas (FGV) (MEIRELLES, 2015), desde 1990 a venda de computadores ampliou-se em 17% no ambiente corporativo, e as empresas, que investiam cerca de 1,3% do seu lucro em tecnologia da informação em 1998, passaram a investir 6% em 2008, e 7,6% entre 2014 e 2015. Os dados também apontam que a base ativa de computadores nas empresas duplica-se a cada quatro anos (MEIRELLES, 2015), demandando milhares de reais em softwares e serviços (ANUÁRIO INFORMÁTICA HOJE, 2016).

Cabe ressaltar, no entanto, que a aquisição de tecnologia não necessariamente expande a competitividade da empresa, porém a não aquisição pode acarretar em perda de produtividade (REBIASZ; GAWEL; SKALNA, 2015). Se as tecnologias não forem adequadas para atender a organização no processo de tomada de decisão, elas não representarão significado para a organização (REZENDE, 2011). Dessa forma é importante alinhar o investimento em Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) ao Planejamento Estratégico (PE) da organização. O investimento adequado demanda a obtenção de informações para a tomada de decisão a curto e longo prazo. Para tanto, é necessário efetuar um PE do setor de TIC, viabilizando a análise sobre os pontos fracos que devem receber maior atenção por parte da empresa.

Segundo Rezende (2011), o PE é essencial, pois com base nele será realizada a gestão da TIC nas organizações, proporcionando, ainda, o estabelecimento dos propósitos básicos de melhoria e implementação de novos recursos. Como parte integrante do PE organizacional (REZENDE, 2011; AKABANE, 2012), as TICs demandam um planejamento próprio, o qual se baseia em resultados de avaliação sobre o seu atual estado, servindo como orientação para o desenvolvimento ou ajustes na informatização da empresa, considerando escala e custo adequados (YUJIE; XINDI, 2010; JOIA et al. 2012).

Com o objetivo de apoiar a elaboração de um planejamento que oriente e ajuste a informatização das organizações, o Grupo de Pesquisa em Engenharia de Software da Universidade Federal de Sergipe (UFS) criou, em 2008 a metodologia PETIC, a qual consiste em um conjunto de normas e diretrizes para a concepção de um PE voltado aos processos de TIC (NASCIMENTO, 2012; PALMEIRA; NETO; NASCIMENTO, 2012). Essa metodologia vem sendo alvo de estudos por este autor, com co-orientação de trabalhos de conclusão e de iniciação científica em duas instituições, a saber: “Aperfeiçoamento da Web PETIC Wizard”, “PETIC Miner”, “App PETIC Miner” e “Definição de uma arquitetura de software envolvendo a prática de crowdsourcing”, na Universidade Federal de Sergipe; “PESEG: uma adaptação da PETIC para planejamento de segurança” e “Planejamento estratégico de segurança da informação”, na Universidade Tiradentes (UNIT).

A partir dessas considerações, apresentam-se nas próximas subseções os objetivos, a justificativa, o problema de pesquisa, a metodologia bem como a organização da dissertação.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi a adaptação do Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)/Técnica para Ordem de Preferência por Similaridade de Soluções Ideais na criação de um novo modelo de apoio à tomada de decisão sobre a priorização de investimentos em PE de TIC como suporte à metodologia PETIC, aqui denominado PETIC Decision Make (PDM), avaliando sua aplicabilidade em estudos de caso real. As etapas alcançadas como objetivos específicos da pesquisa foram:

- a) identificar os modelos existentes para apoio à decisão sobre priorização de investimentos em TIC;
- b) analisar os modelos diante das necessidades do PE em TIC;
- c) elaborar um novo modelo de apoio às decisões para PE em TIC, aqui denominado PDM;
- d) desenvolver um protótipo de software empregando a análise de dados por meio de técnicas de mineração de dados, para a automatização do PDM;
- e) avaliar o PDM com a aplicação em estudos de caso;
- f) adaptar workflow PETIC integrando o PDM no processo de decisão.

1.2 JUSTIFICATIVA

Considerando-se que os sistemas e a tecnologia da informação constituem recursos imprescindíveis para a “[...] agilidade, a efetividade, o êxito ou sucesso e a inteligência da organização” (REZENDE, 2015), eles demandam investimentos por parte das empresas.

Segundo Thompson et al (2014), os valores empregados para isso envolvem cerca de 10,5% da receita institucional.

Na medida em que aumenta a necessidade de investimentos em tecnologia, visando garantir a competitividade e sobrevivência das organizações, torna-se fundamental identificar se os gastos a serem realizados corresponderão ao retorno adequado, e se as TICs estão atendendo as prioridades da empresa (JOIA et al., 2012). Para tanto, é necessário tomar decisões sobre tais investimentos.

Dessa forma, o processo de decisão integra-se a um planejamento estratégico de TIC, o qual só pode ser considerado completo quando as prioridades de investimentos estiverem definidas, formando um catálogo de ações aprovadas para a organização (FERNANDES; ABREU, 2014). Constata-se, portanto, a relevância de estudos que visem contribuir para o processo de decisão no planejamento estratégico de TIC, sendo esse o foco da presente dissertação.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Embora a grande evolução das TIC's nas últimas décadas (WAZLAWICK, 2016) tenha promovido a redução de custos e maior acessibilidade às tecnologias, os pequenos e médios empresários brasileiros, bem como instituições públicas, ainda enfrentam dificuldades para aquisição ou apresentam subutilização desses recursos em suas organizações (BRASSCOM, 2015).

Nesse contexto, torna-se necessário um planejamento adequado sobre os investimentos, evitando-se desperdícios e o uso inadequado ou inexplorado das tecnologias. Assim, este trabalho aborda a escolha de ações, com base no arranjo obtido por ordenação e comparação do todo, em relação a ações relativas ao planejamento estratégico de TIC, eliminando-se, com isso, o problema de seleção de ações por comodidade ou por métodos subjetivos.

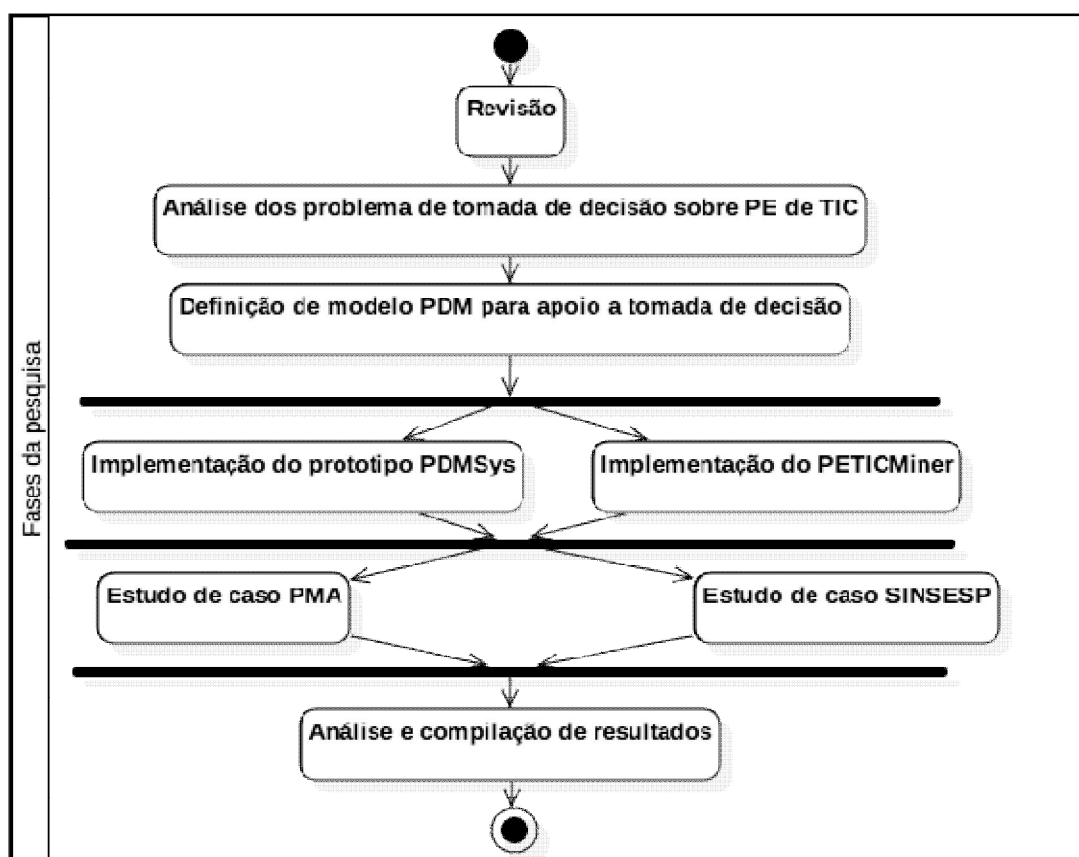
1.4 METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia adotada considerou as características e procedimentos da pesquisa aplicada, que em sua finalidade visa à obtenção de conhecimentos direcionados a uma situação específica (BOAVENTURA, 2004; KOTHARI, 2004; GIL, 2010; PERDIGÃO; HERLINGER; WHITE, 2012). Em seus objetivos, a investigação classifica-se como exploratória e descritiva, permitindo o levantamento de informações sobre o objeto – a tomada de decisão, e a identificação de suas características e condições nos ambientes

pesquisados (SEVERINO, 2007; GIL, 2010; HABIB,;PATHIK; MARYAM, 2014;). As análises foram realizadas sob a abordagem indutiva e qualitativa, viabilizando a compreensão das informações que emergiram dos dados diante do contexto específico do PE de TIC (BOAVENTURA, 2004; BLANCHE; DURRHEIM; PAINTER, 2006; SEVERINO, 2007;).

Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica, a partir de pesquisas sobre PE, PE aplicado à TIC, metodologia de PE de TIC, metodologia PETIC, informações para PE e tomada de decisão. A seguir, foram realizadas a análise e a compilação dos materiais pesquisados, buscando-se definir um modelo para apoio à tomada de decisão sobre PE de TIC, aqui denominado Petic Decision Making (PDM). Com o modelo, desenvolveu-se, então, um protótipo empregando o PDM para apoio à tomada de decisão automatizada. Por fim, buscando validar o PDM, foram realizados dois estudos de caso, cujos os protocolos constam em seção específica desta dissertação. A incorporação desse método permitiu uma compreensão aprofundada sobre a aplicação do PDM em um contexto real (YIN, 2015; WOHLIN et al, 2012). A Figura 1 apresenta as fases da pesquisa, cuja descrição constam a seguir.

Figura 1 – Fases da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor.

- a) revisão da literatura, a partir de trabalhos relacionados ao tema da dissertação. A busca desses materiais foi realizada em bases de dados, acessadas por meio do Portal Brasileiro de Periódicos da Agência Brasileira de Apoio e Fomento à Pesquisa (CAPES), Biblioteca Digital ACM, IEEE Xplore, ScienceDirect – Elsevier, SpringerLink, Wiley Inter Science JournalFinder, Scopus, Compendex e Web of Science.
- b) análise do problema de tomada de decisão sobre PE de TIC, por meio de extração de dados dos artefatos PETIC gerados durante os dois estudos de casos elaborados. Foi realizada análise, compilação e filtragem dos artefatos atualmente existentes, identificando-se a importância das ações propostas dos processos PETIC de cada artefato;
- c) definição de um modelo, com base na análise anterior, para apoio à tomada de decisão sobre PE de TIC, aqui denominado PDM, empregando o TOPSIS sobre as ações do planejamento estratégico. O TOPSIS é um método que permite a ordenação de ações empregando um modelo matemático para efetuar as análises;
- d) implementação de protótipo empregando o modelo PDM para automatizar o processo de tomada de decisão, aqui denominado PDMSys. Foi desenvolvido, ainda, um módulo de integração para o banco de dados do Web PETIC Wizard, denominado PETICMiner;
- e) realização do primeiro estudo de caso para validar o PDM, junto ao Centro de Processamento de Dados (CPD) da prefeitura de Aracaju, buscando-se priorizar as ações resultantes do planejamento estratégico realizado em 2015. A Prefeitura realizou o seu PE de TIC empregando a metodologia PETIC. No mês de agosto de 2015 aquela instituição obteve 42 ações de melhorias necessárias para atingir os objetivos do CPD. Estas ações foram o alvo desta dissertação, com o foco na prioridade entre elas. O objetivo foi auxiliar o gestor na tomada de decisão sobre a ação que deve ser primeiramente desenvolvida, reduzindo custos e ampliando o retorno de investimento;
- f) realização do segundo estudo de caso para validar o protótipo de automação do PDM junto ao Sindicato das Secretárias e Secretários do Estado de São Paulo (SINSESP). O objetivo foi utilizar o protótipo para priorizar as ações identificadas no PE de TIC do SINSESP de forma automatizada, buscando-se comprovar a eficácia do protótipo automatizado do PDM.

1.5 ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA

A dissertação está estruturada, a partir desta introdução, da seguinte forma: na Seção 2 apresenta-se o referencial teórico e os trabalhos relacionados, prosseguindo-se para a Seção 3 com a abordagem sobre a metodologia criada. Na Seção 4 são descritos os estudos de caso

realizados, onde foi aplicado o PDM. Na Seção 5 foram realizadas as análises e discutidos os resultados obtidos na pesquisa. Por fim, a Seção 6 expõem-se as considerações finais sobre o estudo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção apresenta a base teórica sobre o PE, do ponto de vista genérico e aplicado à TIC. Também são apresentadas as metodologias de PE de TIC e a PETIC como a metodologia adotada nesta pesquisa. A seguir, são abordados os temas tomada de decisão, TOPSIS, sistemas de apoio à tomada de decisão e, por fim, os trabalhos relacionados ao foco da pesquisa.

2.1 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

O planejamento estratégico é considerado uma das tarefas mais importantes nas gestões (KICH; PEREIRA, 2011; AKABANE, 2012; SENA, 2013), pois é o processo que proporciona a sustentação metodológica para o estabelecimento de uma direção a ser seguida pela empresa (KICH; PEREIRA, 2011; OLIVEIRA, 2015). Estando relacionado ao sucesso da organização (REZENDE, 2015), o PE a prepara para tomar decisões de forma adequada diante dos desafios do mercado globalizado (KICH; PEREIRA, 2011). Com o PE, as organizações poderão analisar racionalmente as oportunidades, necessidades, pontos positivos e negativos sobre o ambiente, definindo caminhos a serem percorridos para atingir um objetivo (SENA, 2013). Não se deve, no entanto, considerar o PE apenas como uma afirmação sobre as aspirações da empresa, mas, também, como caminho para o que deve ser feito para que tais intenções se concretizem (KICH; PEREIRA, 2011; OLIVEIRA, 2015).

Para isso, são necessárias informações, que por sua vez demandam a ordenação sobre elas para a geração de conhecimento, viabilizando a identificação do cenário atual e futuro para as operações organizacionais. Assim, o planejamento estratégico pode ser definido como um processo gerencial que busca estabelecer o direcionamento a ser seguido pela organização, visando maior grau de interação com seu ambiente (KOTLER, 1975; SENA, 2013). Como um processo dinâmico, o PE deve permitir alterações, e por sua característica sistêmica ele cria direcionamento com base na análise do todo. Sendo ainda coletivo, participativo e contínuo, o PE demanda participação de grupos de stakeholders e análises contínuas para o acompanhamento do atendimento das necessidades e de eventuais mudanças (SETIM; REZENDE, 2011).

Assim, o planejamento estratégico é um processo gerencial que possibilita estabelecer rumos a serem seguidos, devendo ser coerente, consistente e direcional. Segundo Cassidy (2011), a coerência atribui conformidade entre o planejado e o necessário para o negócio; a consistência indica que o PE se adapta aos objetivos da organização, e o viés direcional orienta as mudanças institucionais necessárias. Um plano estratégico é mais do que

uma declaração de intenções, constituindo-se em um plano de ações a serem efetivamente realizadas, a partir de tomadas de decisão baseadas em análises. Nesse contexto, os recursos obtidos por meio de TIC tornam-se não apenas aliados do PE, mas, também, elementos necessários para o seu êxito (SHAN, 2009; REZENDE, 2011).

2.2 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

O planejamento estratégico de TIC tem a intenção de traçar planos para o futuro tecnológico da organização. A TIC viabiliza ganho de vantagens competitivas, pois oferece o apoio para a tomada de decisão (MAGALHÃES; GASPAR; CAMPOS, 2016) para a geração do conhecimento organizacional e para a inovação, constituindo-se, portanto, em importante apoio estratégico empresarial (SHAN, 2009; ISKANDAR; RAMÍREZ-ANORMALIZA; VILLAO-SANTOS, 2013; MATHAR, 2014). Segundo Cassidy (2011) pode-se destacar os seguintes benefícios de um planejamento estratégico para TIC: a gestão eficaz do ativo mais importante para a organização que é a informação, bem como o alinhamento da direção e das prioridades para a gestão e para o negócio; a identificação de oportunidades para uso de tecnologias visando conquistar vantagens competitivas e aumentar o valor para o negócio; redução no esforço e nos custos necessários durante todo o ciclo de vida dos sistemas.

Os caminhos que uma organização adotará para atingir os seus objetivos de TICs deverão estar alinhados às metas de negócio. A definição sobre elas envolve um processo criado de forma coletiva e participativa, criando estruturas formais para a informação e seus sistemas necessários para a gestão, e auxiliando para a tomada de decisão operacional, tática e estratégica (REZENDE, 2011).

A definição sobre os objetivos de TIC deve partir da análise sobre a atual tecnologia da organização, prosseguindo para o alinhamento entre o existente e as necessidades organizacionais apontadas no PE de negócio. A seguir, é necessária a elaboração de um plano para ampliação da tecnologia, com vistas a atender as necessidades organizacionais, culminando, assim, no PE de TIC e implicando sustentabilidade organizacional em relação a tecnologia (YUJIE; XINDI, 2010; ISKANDAR; MATHAR, 2014).

Para que tal planejamento se torne relevante, com efetivos resultados, é necessária a busca de metodologias que facilitem o trabalho dos planejadores e gestores (MAGALHÃES; GASPAR; CAMPOS, 2016). Essas metodologias devem auxiliar na tarefa de alinhamento entre recursos tecnológicos de sistemas e de comunicação aos objetivos de negócio,

permitindo a identificação de oportunidades para vantagens competitivas (REZENDE, 2011; RAMÍREZ-ANORMALIZA; VILLAO-SANTOS; RAMÍREZ-ANORMALIZA, 2013).

2.2.1 Metodologias de planejamento estratégico de tecnologia da informação e comunicação

Uma metodologia é um conjunto de fases, ações, práticas, procedimentos e regras para a implementação ou execução de uma tarefa ou função específica (REZENDE, 2011; AKABANE, 2012; VOLPATO et al, 2013). Para facilitar o desenvolvimento da estratégia de TIC em uma organização é necessária a utilização de uma técnica ou metodologia de PE (REZENDE, 2011; AKABANE, 2012). Tais metodologias buscam reduzir a incerteza e a complexidade no processo de planejamento (AMER; DAIM; JETTER, 2013). As primeiras metodologias surgiram na década de 1960 (REZENDE, 2011), evoluindo, na atualidade, para um conjunto de metodologias. Na análise de literatura foram identificados vinte e nove metodologias de PE, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Metodologias de planejamento estratégico

Metodologia	Voltada a PE de TIC	Métrica quantitativa de tomada de decisão
Business Systems Planning	Sim	Não
Planejamento Apoiado no Conhecimento	Não	Não
Fatores Críticos de Sucesso	Sim	Não
Método de Análise e Solução de Problema	Parcial	Parcial
Wetherbe	Sim	Não
Porter/Millar	Sim	Não
Planejamento de Cenários	Parcial	Não
Análise da Cadeia de Valor	Não	Sim
Business ProcessRedesign	Não	Não
Tactical Systems Planning	Sim	Não
Account Planning Extended	Sim	Parcial
Business Information Analyses and Integration Technique	Sim	Não
Business InformationCharacterizationStudy	Sim	Não
PETI com ênfase em conhecimento	Sim	Não
PETI para empresas globais	Sim	Não
Métodos de Boar	Sim	Não
Práxis	Sim	Não
Lutchen	Sim	Não
Information Technology Balanced Scorecard	Sim	Parcial
Business IT Strategic Planning	Sim	Não

ICT Strategic Planning	Sim	Não
IT Strategic Planning for Small Governments	Sim	Não
The Delta Model	Sim	Não
Metodologia PETIC	Sim	Sim
Modelo de Nolan	Sim	Não
Modelo de Sullivan	Sim	Não
Metodologia de Mentzas	Sim	Não
Metodologia de Cassidy	Sim	Não
GQM+Strategies	Sim	Não

Fonte: Adaptado de Palmeira, Costa Neto, Nascimento (2012).

Tais metodologias buscam apoiar a gestão na aplicação de planejamento estratégico de TICs e alinhamento aos negócios, sendo dinâmicas e adaptáveis. Assim, para a elaboração de tal planejamento é necessário uma metodologia que permita o trabalho coletivo no processo de elaboração, traçando o caminho para atingir o objetivo de forma sustentável. Entre as metodologias encontradas, adotou-se nesta pesquisa a PETIC, uma vez que ela se volta, especificamente, à TIC, e o seu acesso foi disponibilizado de forma completa ao autor, possibilitando a aplicação do modelo proposto.

2.3 METODOLOGIA PETIC

A PETIC comporta métodos e técnicas para conceber um PE em TIC, tendo sido criada pelo Grupo de Pesquisa em Engenharia de Software da Universidade Federal de Sergipe (UFS) em 2008 (NASCIMENTO, 2012). Ela atende aos cinco grandes pilares de TIC, a saber: dados, software, hardware, telecomunicações e pessoas. Tal metodologia atua na análise do ambiente atual e na criação de um PE para definir aquisições, prioridades e recursos a serem implementados ou adquiridos pela organização, garantindo a maturidade dos processos. A metodologia sofreu atualizações e melhorias, sendo criada a segunda versão da PETIC entre os anos de 2010 e 2011.

No ano de 2012 foi lançada a terceira versão, a qual buscou incorporar métricas e melhorar o processo (PALMEIRA, 2012). Essas métricas possibilitam a análise quantitativa sobre o planejamento. Nessa última versão também foram criados sistemas computacionais de apoio à metodologia, destacando-se o Web PETIC Wizard, aplicação Web para apoio na criação do artefato PETIC, e o PETIC Mobile, ferramenta para análise do ambiente para dispositivos móveis com sistema Android (PALMEIRA; NETO; NASCIMENTO, 2012). Os seguintes elementos compõem a PETIC: artefato PETIC, catálogo de processos de TIC,

repositório de ações, catálogo de ferramentas e técnicas, gráfico de importância e o mapa de Gantt, conforme a Figura 2.

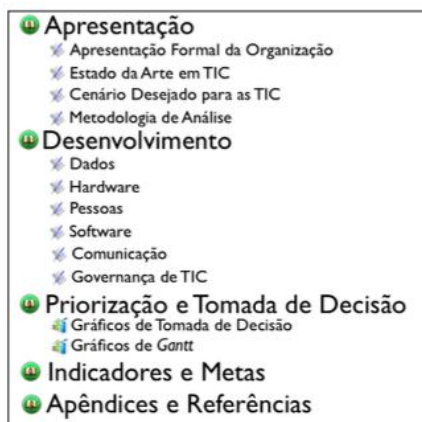
Figura 2 - Componentes da PETIC 3.0



Fonte: Palmeira (2012).

A presente pesquisa inclui no catálogo de ferramentas e técnicas um novo modelo de apoio a tomada de decisão e seu protótipo de automação. O artefato PETIC está dividido em cinco partes: apresentação, desenvolvimento, priorização e tomada de decisão, indicadores e metas e, por fim, apêndices e referências. A primeira contém: apresentação formal da organização; estado da arte, cenário desejado e metodologia de análise para TIC. Já a segunda parte - desenvolvimento - envolve: dados, hardware, gestão de pessoas, software e telecomunicação. A terceira parte possui, até o momento, os gráficos de tomada de decisão e Gantt para apoio na priorização de ações. O PDM será integrado a essa terceira etapa, ampliando os resultados, criando uma lista de indicações de investimento. Por fim, têm-se os indicadores, metas, apêndices e referências, conforme a Figura 3.

Figura 3 – Artefato PETIC

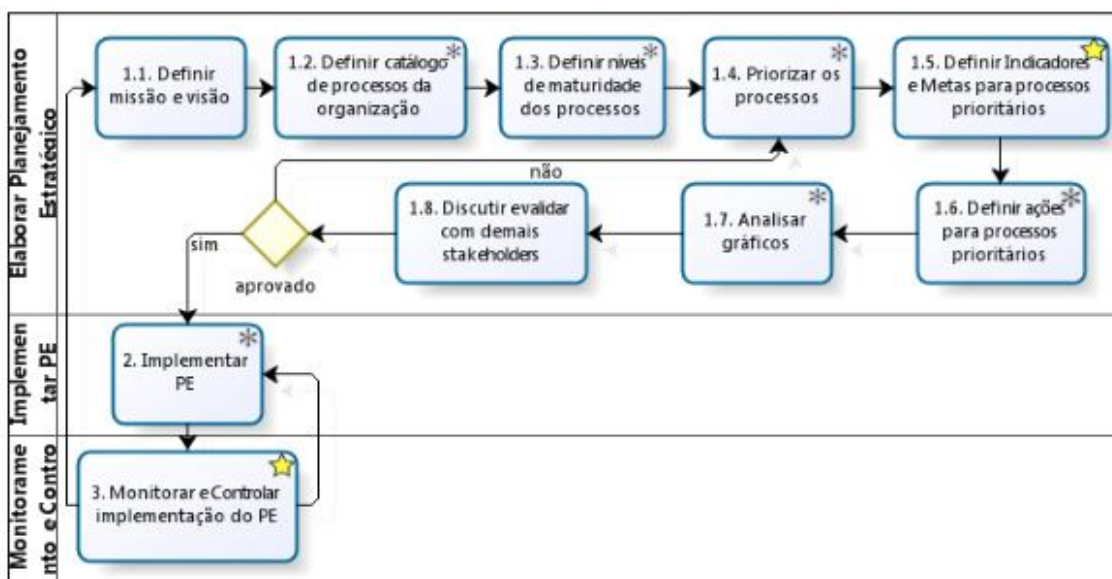


Fonte: Palmeira (2012).

O modelo criado nesta pesquisa, integra-se ao artefato no processo de priorização e tomada de decisão. O catálogo de processos de TIC compõe um conjunto organizado com base nas referências do COBIT, ITIL, CMMI e PMBOK, ordenando os itens a serem analisados durante o desenvolvimento do PE e servindo de base para a criação do artefato PETIC.

A análise dos processos de TIC do catálogo PETIC levanta as necessidades de melhoria, o que gera ações, ou seja, para cada processo que necessita de melhoria, ações poderão ser definidas, conforme exposto na Figura 4. Para o desenvolvimento das ações, a proposta busca empregar o PDM na priorização e ordenação dos investimentos, ao final da etapa de proposição de ações de melhoria.

Figura 4 - Workflow PETIC 3.0



Fonte: Palmeira (2012).

Ao final da etapa de proposição de ações de melhoria buscou-se ampliar o Workflow PETI, para o desenvolvimento das ações, por meio da integração do PDM. A partir da versão 3.0 foi agregada à PETIC a equação para cálculo de importância dos processos, conforme exposto na Equação 1.

Equação 1 - Cálculo de priorização

$$PPA = \frac{\sum_{i=1}^{qtd.critérios} (pontuação_critério * peso)}{\sum_{i=1}^{qtd.critérios} (peso_do_critério) * pontuação_critério} * 100$$

Fonte: Palmeira (2012).

O cálculo de importância é feito por processo analisado, buscando identificar o mais relevante para ser implementado, seguindo os 10 critérios com seus respectivos pesos, sendo eles: ROI peso 10, Exigência da Lei peso 10, Evita o colapso peso 10, Alinhamento estratégico peso 9, Principais *stackholders* peso 7, Custo peso 6, Risco envolvido peso 5, Probabilidade de entrega peso 5, Esforço peso 6 e Otimização de recursos peso 5. Após o cálculo, os processos passam a ser classificados e ordenados por sua importância, indicando o processo que deve ser atendido por sua prioridade.

2.4 TOMADA DE DECISÃO

A tomada de decisão é um passo essencial para aplicações reais como gestão de organizações, planejamento estratégico e financeiro, avaliação de produtos, avaliação de risco e recomendação (GOMES; GOMES, 2014). Esta última aplicação representa o processo de escolha entre diversas alternativas. Tal processo torna-se cada vez mais complexo diante da atual dinâmica do desenvolvimento social e econômico. Assim, modelos que sistematizem o processo de tomada de decisão tornam-se não somente necessários, mas imprescindíveis para as gestões organizacionais (CHEN et al., 2013).

O processo de tomada de decisão é um esforço para resolução de problemas, podendo ser definido como a eleição, por um centro decisor, da melhor alternativa entre as possíveis. Quando relacionados a decisões em TIC, estas devem ser estruturadas de tal forma que analisem conflitos de decisão (DOMINGUES et al., 2015). Assim, a tomada de decisão pode ser realizada de diferentes formas, como análise da situação; desenvolvimento de alternativas; comparação das alternativas; classificação dos riscos; seleção da melhor alternativa; e execução e avaliação sobre a decisão (GOMES; GOMES, 2014; ALBRIGHT; WINSTON, 2014). Atualmente, existem diversas técnicas para o processo de tomada de decisão. Em Chai, Liu e Ngai (2013) identificam-se 26 técnicas de tomada de decisão, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 - Sumário de técnicas de tomada de decisão

Técnicas de tomada de decisão utilizada	Abreviação
Técnica de Tomada de decisão multiatributos	
1. Análises de processo de hierarquia	AHP
2. Análises de processos em rede	ANP
3. Eliminação e seleção para expressar a realidade	ELECTRE
4. Método de preferência de classificação organizacional para avaliação de enriquecimento	PROMETHEE
5. Técnica para ordenar o desempenho por semelhança de solução ideal	TOPSIS

6. Solução multicritério de otimização e compromisso	VIKOR
7. Tomada de decisão e julgamento de laboratórios de avaliação	DEMATEL
8. Técnica simplificada de classificação multiatributos	SMART
Técnica de programação matemática	
1. Análise de dados envoltórios	DEA
2. Programação linear	LP
3. Programação não-linear	NLP
4. Programação multi-objetivo	MOP
5. Programação do Objetivo	GP
6. Programação Estocástica	SP
Técnicas de inteligência artificial (IA)	
1. Algoritmo genético	GA
2. Teoria do sistema cinza	GST
3. Redes Neurais	NN
4. Teoria dos conjuntos	RST
5. Redes bayesianas	BN
6. Arvore de decisão	DT
7. Casos baseados em raciocínio	CBR
8. Otimização por exame de partículas	PSO
9 Suporte a máquina de vetores	SVM
10. Regras de associação	AR
11. Algoritmo de colônia de formigas	ACA
12. Teoria de Evidências de Dempstershafer	DST

Fonte: Chai, Liu e Ngai (2013) (tradução nossa).

A seleção de projetos ou ações para investimento é uma tarefa complexa que sofre a influência de múltiplos fatores, os quais afetam o êxito de um projeto. Portanto, torna-se necessário analisá-los. O processo de tomada de decisão deve considerar vários objetivos conflitantes por causa dos fatores sociais, econômicos, tecnológicos e ambientais cada vez mais intrincados na realidade atual. Diferentes grupos de tomadores de decisão se envolvem no processo, cada grupo trazendo diferentes critérios e pontos de vista, que devem ser resolvidos dentro de um quadro de compreensão e de concessão mútua (CRISTÓBAL, 2011).

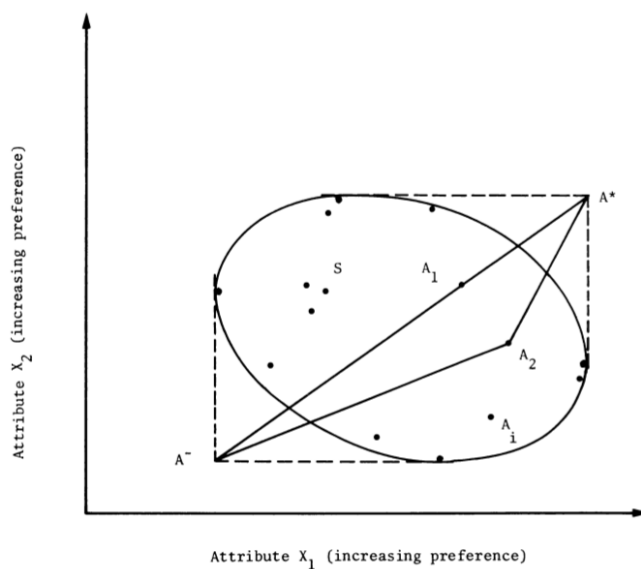
Dessa forma, o modelo tradicional de decisão, empregando um único critério, não é mais capaz de lidar com esses problemas conflitantes (CRISTÓBAL, 2011). Assim, as análises devem ser realizadas sob um contexto multicritério. As técnicas multicritério são empregadas diante da necessidade de analisar diversos critérios que podem ser conflitantes na tomada de decisão. Segundo Gomes e Gomes (2014, p. 69) “[...] os métodos multicritério têm sido desenvolvidos para apoiar e conduzir os decisores na avaliação e escolha das alternativas-soluções, em diverentes espaços”.

Considerando as técnicas relacionadas, adotou-se nesta pesquisa o TOPSIS, caracterizado a seguir, sendo um modelo multicritério que atua na ordenação, buscando a solução ideal, apresentando-se como adequado aos objetivos da presente investigação.

2.4.1 TOPSIS

A técnica TOPSIS, publicada por Hwang e Yoon em 1981, fez parte da tese de doutorado de Yoon, em 1980 (HWANG; YOON, 1981; GOMES; GOMES, 2014). O TOPSIS emprega uma abordagem construtivista na solução de compromissos para a escolha da melhor alternativa (DUARTE JUNIOR, 2013). Para tanto, essa técnica emprega um processo de decisão iterativo, com base matemática, aplicando a distância euclidiana como ponto de análise, sendo utilizada a menor distância em relação a solução ideal positiva (solução ótima) e a maior, em relação a solução ideal negativa (pior solução para o processo de indicação. Por fim, realiza-se uma triagem, escolhendo entre as soluções a que é considerada a melhor alternativa. Sendo um método de análise multicriterial, o TOPSIS tem como resultado uma lista ordenada, com base em critérios que podem ser quantitativos ou qualitativos, e resulta em uma lista de soluções dita ideal para a tomada de decisão (YOON; HWANG in BECKMANN; KÜNZI, 1981; TZENG; HUANG, 2011; DUARTE JUNIOR, 2013). A aplicação da distância euclidiana pode ser visualizada no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Distâncias Euclidiana para as soluções ideais e negativos ideais em espaço bidimensional



Fonte: Hwang, Yoon (1981, p. 129).

As indicações elaboradas por meio de ordenação no TOPSIS permitem reduzir o número de alternativas para o início do investimento (GOMES; GOMES, 2014), viabilizando ao tomador de decisão uma visão clara sobre as suas opções. Segundo Yoon e Hwang (1981) a técnica atua de forma simplificada, produzindo preferências indiscutíveis de soluções consideradas ideal matematicamente, podendo ser empregadas em sistemas de apoio a tomada de decisão.

2.4.2 Sistemas de apoio a tomada de decisão

Um sistema de informação é um conjunto de componentes que estão inter-relacionados e que atuam na coleta, processamento, armazenamento e disseminação de dados, existindo diversos tipos, entre eles o Sistema de Apoio à Decisão (SAD)/Decision Support System (DSS) (STAIR; RAYNOLDS, 2015). Os SAD são uma classe de software que suporta as atividades de tomada de decisão (POWER; SHARDA; BURSTEIN, 2015), que surgiu na década de 1980 (STAIR; RAYNOLDS, 2015). Composta por um conjunto de partes e componentes estruturados, essa classe possui funcionalidades específicas (CASSARRO, 2015). Os cinco tipos mais específicos de SAD incluem:

- a) impulsionados por comunicações;
- b) Impulsionados por dados;
- c) orientados por documentos;
- d) impulsionados pelo conhecimento e
- e) orientados por modelos.

Tais sistemas têm como foco a decisão, envolvendo pessoas e procedimentos, incluindo um modelo para suporte ao tomador de decisão (STAIR; RAYNOLDS, 2015). Para este trabalho foi desenvolvido um sistema de apoio à decisão, aqui denominado PDMSys, para a ordenação de investimento, sendo impulsionado por dados da PETIC e orientado pelo modelo PDM.

2.4.3 Trabalhos relacionados

Nesta subseção são descritos trabalhos relacionados ao tema desta investigação. Em particular, considerou-se Rebiasz, Gawel e Skalna (2015), Nouri, Esbouei e Antucheviciene (2015), Parvaneh e El-Sayegh (2016), Avery et al. (2008) e Liao et al. (2009), por tratarem diretamente do processo de decisão sobre investimento de TIC.

No trabalho de Avery et al. (2008) tem-se a descrição referente à dificuldade de prever a estratégia de decisão de opções em oposição quando é realizada a tomada de decisão

estratégica, construída em paralelo e com oposição. O modelo proposto por esses autores avalia a inteligência para a tomada de decisão como um jogo de oponentes, utilizando um sistema co-evolucionário para obter a aprendizagem sobre a decisão. Para isso, torna-se importante o uso de dados anteriores na tomada de decisões estratégicas.

Já em Liao et al. (2009) tem-se a descrição das opções reais para a melhor forma de pensar sobre a avaliação e decisão estratégica sobre investimento em TIC, substituindo os métodos tradicionais. O método desses autores consiste em transferir o investimento em tecnologia estratégica para um tipo de opção real, combinando muitos projetos como parte de um plano de investimento. Dessa forma, a Teoria dos Jogos é integrada ao método de opção real, ponderando sobre uma possível estratégia de investimento entre os concorrentes pelo conceito de equilíbrio, e obtendo um modelo de investimento considerado ideal para as empresas.

O trabalho de Rębiasz, Gawel e Skalna (2015) apresenta um modelo de avaliação para seleção de projetos para investimento dividido em duas etapas que fazem junção do método AHP difuso e do método Fuzzy Topsis, partindo da definição dos critérios e atribuição de seus pesos, sendo utilizado o AHP para tal cálculo e a construção da matriz e classificação empregando o Fuzzy Topsis, classificando projetos potenciais. Esse trabalho foi aplicado em um estudo de caso real. Os autores afirmam que são necessárias mais pesquisas para examinar a interação e dependência dos projetos durante a ordenação.

No trabalho de Nouri, Esbouei e Antucheviciene (2015), os autores afirmam que a seleção de uma tecnologia é um problema multidimensional complexo que emprega diversos fatores tanto qualitativos quanto quantitativos, que podem estar em conflitos entre si. Assim, eles apresentam um modelo híbrido empregando Fuzzy ANP (Analytic Network Process) em conjunto com o Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (FTOPSIS). O resultado foi aplicado em um estudo de caso, buscando validar o modelo proposto, o qual se mostrou eficaz no processo de indicação, porém não tratou de dependências das opções. Isso indicou que o estudo pode ser ampliado posteriormente, sugerindo, inclusive, a utilização de novas abordagens como o DANP.

No trabalho de Parvaneh e El-Sayegh (2016) é proposto um framework combinando os métodos AHP e LP, levando-se em consideração critérios quantitativos e qualitativos e buscando a otimização da seleção com base no orçamento disponível. Conforme os autores, o modelo garante a consistência nas decisões, assegurando o alinhamento da decisão de seleção

com base nos critérios definidos durante o processo. Este estudo não foi aplicado em caso real.

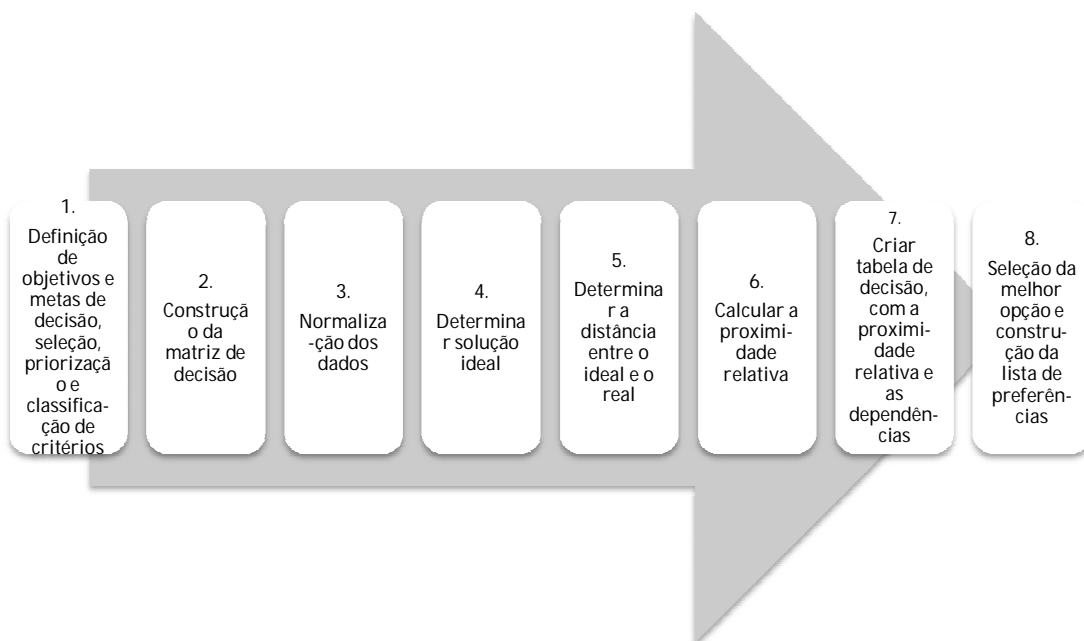
Constata-se, portanto, que todos os citados trabalhos buscam identificar as melhores opções para investimento em TIC. Enquanto o trabalho de Avery et al. (2008) e Liao et al. (2009) emprega um modelo financeiro para análise dos projetos, utilizando informações externas e internas para a decisão, os de Rebiasz, Gawel e Skalna (2015), Nouri, Esbouei e Antucheviciene(2015) e Parvaneh e El-Sayegh(2016) empregam modelos multi-critério para apoio a tomada de decisão, porém sem considerar as dependências relacionadas aos projetos.

Já na presente investigação empregou-se um método multicritério, com análise de dependência na priorização de ações para a tomada de decisão no tocante ao PE de TIC. Pretendeu-se, assim, tornar o processo simplificado e independente do conhecimento externo, partindo-se das ações já levantadas durante aplicação da PETIC. Em consequência, e como ponto positivo, obtiveram-se as informações sempre completas para a tomada de decisão, pois a informação partiu do artefato criado durante o PE de TIC. Além disso, o processo foi contínuo para a ordenação de investimento e não apenas a decisão de um melhor investimento.

3 SOLUÇÃO PDM

O PDM é um modelo de apoio à tomada de decisão multicritério que objetiva a redução de incertezas no processo de ordenação e seleção de investimentos, de forma a não possibilitar dupla interpretação na indicação de opção considerada preferível. O PDM tem como base o TOPSIS, o qual possui um fluxo de trabalho que parte da elaboração dos objetivos de decisão, concluindo na listagem ordenada de preferências. Nesse fluxo, exposto a seguir, as etapas 1, 7 e 8, além do ciclo contínuo, são as adaptações relativas ao PDM, criadas para atender as necessidades do planejamento estratégico, bem como para a análise de dependência, fator essencial para o sucesso da seleção de ações. Já as etapas de 2 a 6 são herdadas diretamente do TOPSIS.

Figura 5 - Ciclo de vida de atividades do PETIC Decision Making



Fonte: Elaborado pelo autor.

O PDM atua nas alternativas indicadas no planejamento estratégico de TIC, criando uma ordenação de preferências. A seguir, são descritas as etapas do PDM:

a) Etapa 1: Definição de objetivos e metas de decisão, seleção, priorização e classificação de critérios.

Nesta etapa, devem ser definidos os objetivos da decisão, os quais influenciarão na seleção de critérios e seus pesos. O objetivo implícito é a redução de custo e ampliação de benefícios. Assim, empregam-se os 10 critérios propostos na PETIC mais o critério de

dependência. Os primeiros podem ser alterados, expandindo-se ou reduzindo-se de acordo com os objetivos de decisão. Já o critério de dependência é obrigatório para o PDM. Os critérios são expostos no Quadro 3.

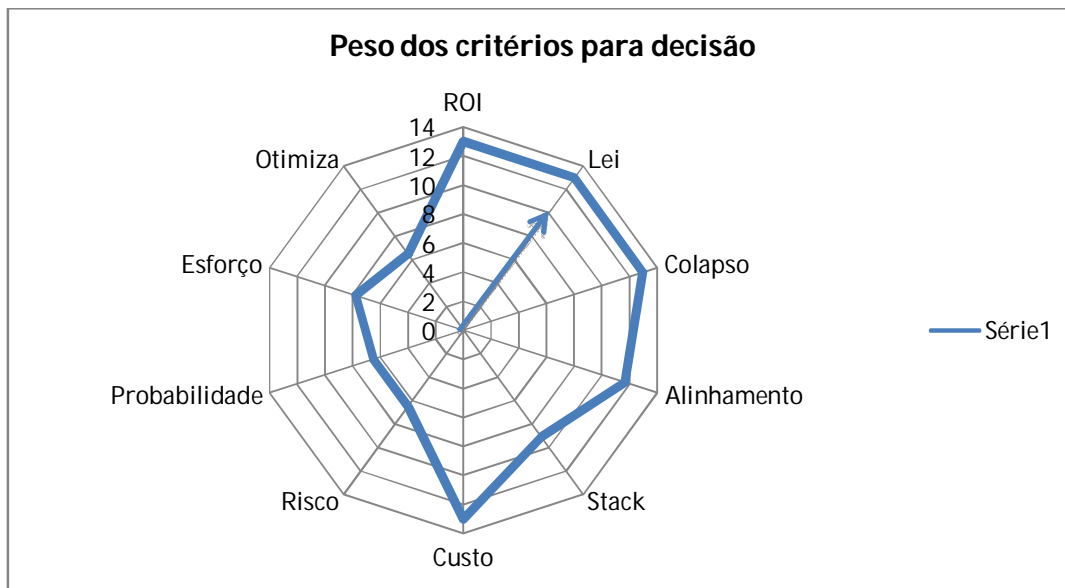
Quadro 3 - Critérios PETIC para decisão

ID	Critério	Tipo	Atributos
C1	ROI	Benefício	0 – 4
C2	Exigência de Norma / Lei	Benefício	0-4
C3	Evita Colapso na infraestrutura	Benefício	0-4
C4	Alinhamento Estratégico	Benefício	0-4
C5	Principais <i>stakeholders</i> beneficiados	Benefício	0-4
C6	Custo	Custo	Valor monetário
C7	Riscos envolvidos	Custo	0-4
C8	Probabilidade de entrega	Benefício	0-4
C9	Esforço	Custo	0-4
C10	Otimização de recursos	Benefício	0-4
Cdep	Dependência	Dependência	Quantidade de dependências

Fonte: Adaptado de Palmeira (2012).

Ao definir os critérios é necessário, ainda, selecionar o tipo, podendo ser custo, benefício e dependência. Isso será necessário para a indicação de soluções ideais. Assim, ao final dessa etapa, tem-se um conjunto de critérios denotados por $C=\{C_c|c=1,...,m\}$. Cada critério deve ter um peso, podendo ir de 0, para critério irrelevante, a 100 para os critérios extremamente importantes. Esse último é representado por $W=\{W_j | j=1, ..., m\}$, criando o gráfico de informação para decisão e indicando o percentual de importância do critério para a decisão. O gráfico de importância apresenta uma forma de análise de cada critério e o seu peso na decisão, podendo ser alterado com base na variável W . O gráfico de informação para decisão é apresentado a seguir.

Gráfico 2 - Grau de importância dos critérios de decisão



Fonte: Elaborado pelo autor.

b) Etapa 2: Construção da matriz de decisão.

Após a definição dos critérios e seus pesos, será necessário selecionar as alternativas a serem utilizadas na análise. Isso demandará a pontuação de atributos, a fim de construir a matriz de decisão. As alternativas são representadas por $A=\{A_{lc} | l=1,...,n; c=1,...,m\}$, possuindo valores para cada um dos critérios, e indicando, assim, o seu impacto, conforme o Quadro 4.

Quadro 4 - Impacto dos critérios

PETIC Decision Making

Impacto	Escala numérica
0	Inexistente
1	Baixo
2	Moderado
3	Médio/alto
4	Alto

Fonte: Elaborado pelo autor.

Uma vez obtidas as alternativas, os seus critérios e pesos, será construída uma matriz de decisão, representada por DM, conforme a Equação 2.

Equação 2 - Matriz de decisão PETIC
Decision Making

$$DM = \begin{Bmatrix} P_1 \\ P_{...} \\ P_l \end{Bmatrix} \begin{pmatrix} C_1 & C_{...} & C C_m \\ W_1 & W_{...} & W_m \\ A_{11} & A_{lc} & A_{1m} \\ A_{...} & A_{...} & A_{...} \\ A_{l1} & A_{...} & A_{nm} \end{pmatrix}$$

Fonte: Adaptado de Hwang, Yoon (1981).

c) Etapa 3: Normalização dos dados.

O passo seguinte no fluxo PDM é a normalização dos dados, conforme a Equação 3. Esta normalização se torna necessária devido ao fato de que os valores dos atributos na matriz não são iguais entre si. Assim, a normalização vai tornar possível a comparação entre os critérios de forma similar. O único atributo que não é normalizado é o relativo à dependência.

Equação 3 - Normalização de dados

$$CN = \frac{W_n \times a_{nl}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n a_{ij}^2}} \quad \forall 1 \leq i \leq n \text{ e } 1 \leq j \leq l$$

Fonte: Duarte Júnior (2013).

d) Etapa 4: Determinar solução ideal.

Uma solução é dada como ideal de acordo com o seu tipo, conforme o Quadro 2. Uma solução ideal quando o critério for benefício, aqui representado por C_j^+ , é dado pelo maior valor, ou seja, quanto maior o benefício, melhor. Já no critério de custo, aqui representado por C_j^- , o inverso é verdadeiro: quanto menor o custo, melhor. Dessa forma, deve-se definir a solução ideal de benefício e de custo para cada critério, encontrando uma solução ideal positiva representada por SI_j^+ , e uma solução ideal negativa (Equação 4), representada por SI_j^- . As equações relativas a esta etapa são expostas a seguir, com a adaptação da variável “P” encontrada em Duarte Júnior (2013) para “SI” neste estudo.

Equação 4 - Solução ideal positiva (melhor solução)

$$SI_j^+ = \begin{cases} Máx (A_{1j}, A_{2j}, \dots, A_{nj}) & \text{Se } C_j \in C^+ \\ Mín (A_{1j}, A_{2j}, \dots, A_{nj}) & \text{Se } C_j \in C^- \end{cases}$$

Fonte: Adaptado de Duarte Júnior (2013).

Equação 5 - Solução ideal negativa (pior solução)

$$SI_j^- = \begin{cases} \text{Mín} (A_{1j}, A_{2j}, \dots, A_{nj}) & \text{Se } C_j \in C^+ \\ \text{Máx} (A_{1j}, A_{2j}, \dots, A_{nj}) & \text{Se } C_j \in C^- \end{cases}$$

Fonte: Adaptado de Duarte Júnior (2013).

e) Etapa 5: Determinação da distância entre o ideal e o real.

Para cada uma das opções será necessário calcular a distância entre o valor atual do critério e a solução ideal, sendo utilizado para isso o cálculo de distância euclidiana, tanto para o positivo, representada por DSI_i^+ , quanto para o negativo representada por DSI_i^- . A distância euclidiana corresponde à menor distância entre dois pontos (VENTORINI, 2009; LIMA; PINHEIRO; SANTOS OLIVEIRA, 2015). As equações referentes a esta etapa são apresentadas a seguir, com a adaptação da variável “D” para “DSI” e a variável “P” para “C” neste estudo, ambas encontradas em Duarte Júnior (2013) .

Equação 6: Cálculo da distância
para solução ideal positiva

$$DSI_i^+ = \sqrt{\sum_{j=i}^i (CI_j^+ - C_{ij})^2}$$

Fonte: Adaptado de Duarte Júnior (2013).

Equação 7 - Cálculo da distância para
solução ideal negativa

$$DSI_i^{-+} = \sqrt{\sum_{j=i}^i (CI_j^{-+} - C_{ij})^2}$$

Fonte: Adaptado de Duarte Júnior (2013).

f) Etapa 6: Calcular a proximidade relativa.

Nesta etapa, para cada alternativa, calcula-se a distância relativa, representada por ξ . A proximidade relativa determinará a ordem de classificação, ou seja: quanto maior o valor, mais preferível é a alternativa.

Equação 8: Cálculo da proximidade relativa

$$\xi = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}$$

Fonte: Hwang, Yoon (1981).

g) Etapa 7: Criação da tabela de decisão, com a proximidade relativa e as dependências.

Em posse das proximidades relativas de cada uma das alternativas e com as dependências, deve-se construir um quadro de decisão para simplificar a seleção, conforme o Quadro 5, a seguir.

Quadro 5 - Tabela de decisão com proximidade relativa
X dependência

Alternativa	Proximidade relativa	Dependências
A₁	ξ_1	0
A₂	ξ_2	0
A_{...}	$\xi_{...}$	1
A_i	ξ_i	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

h) Etapa 8: Seleção de melhor opção e construção da lista de preferências.

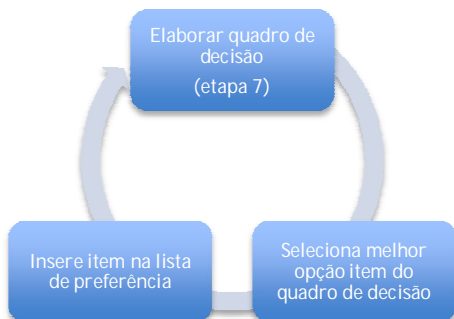
Uma opção é preferível quando a proximidade relativa dela é maior ou igual a todas e a dependência é igual a zero, sendo dado pela Equação 9, apresentada a seguir. Após cada seleção de preferência é necessário retornar à etapa 7, conforme a Figura 6, verificando-se a existência de dependência entre a alternativa selecionada e as demais. Esta adaptação, possibilita reduzir a incerteza no processo de seleção, quando da dependência entre ações/projetos. Caso incida a dependência entre as alternativas, elimina-se a dependência.

Equação 9 - Seleção das melhores alternativas, sendo que a proximidade relativa seja maximizada e a dependência seja zero

$$PS = \{A | \max A(\xi)\} \text{ e Dependência} = \{A | A(\text{Dependência}) = 0\}$$

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 6 - Ciclo de priorização de ação



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a indicação no ciclo de priorização, durante a seleção da melhor opção, é necessário a interação da decisão, para seleção objetiva ou subjetiva, conforme apresentado na Figura 7.

Figura 7: Interação de decisão



Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, ao final, obtêm-se uma lista de preferência dado por: $PS_i > PS_i > PS_i > PS...$

3.1 O PDMSys

O PDM é um modelo de apoio à tomada de decisão, que pode ser realizado manualmente. Porém, foi desenvolvido um protótipo de sistema que visa automatizar o

processo, aqui denominado PDMSys. Dessa forma, pode-se definir o PDMSys como um sistema de apoio responsável por munir de informações gerentes ou executivos de TIC para a tomada de decisão.

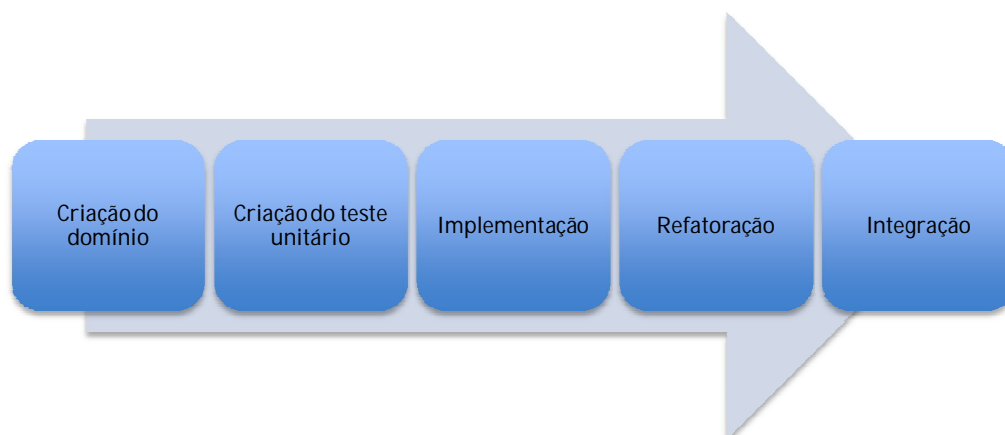
O PDMSys é um software complementar ao Web Petic Wizard e permite que o usuário faça a extração do artefato PETIC para a tomada de decisão. No entanto, embora o PDMSys possa ser integrado ao Web Petic Wizard, não depende dele para o apoio à decisão, pois permite que se faça o cadastro básico dos dados de forma manual ou por meio de importação de arquivo do tipo CSV.

3.1.1 Processo de desenvolvimento

O processo de desenvolvimento adotado para o PDMSys incorpora princípios e práticas ágeis, nomeadamente o Domain Driven Design (DDD) (EVANS, 2010) e Test Driven Development (TDD) (BECK, 2010) apresentando as seguintes características:

- a) Iterativo e incremental: o software foi desenvolvido em fases curtas e entregue incrementalmente;
- b) Emprego de integração contínua: a cada iteração, um incremento foi desenvolvido e integrado, de forma contínua ao sistema;
- c) Uso do TDD: o sistema foi desenvolvido na íntegra sob o conceito de *first test*, ou seja, em primeira instância. Foi elaborado o teste da unidade para posterior implementação da unidade do sistema, mantendo-o testado constantemente a cada iteração;
- d) Orientado a modelo: para o desenvolvimento, foram empregadas as premissas do DDD em que deve-se inicialmente desenvolver um modelo. Com base nesse modelo foi desenvolvido o teste unitário e, posteriormente, foi implementado o sistema, conforme a Figura 8.

Figura 8 - Sequência de desenvolvimento PDMSys

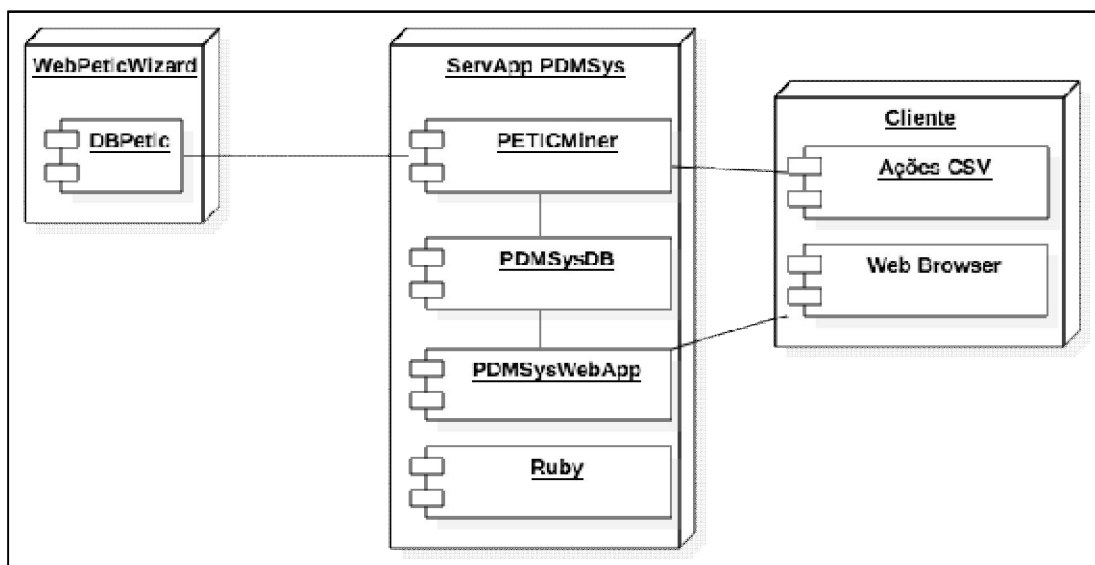


Fonte: Elaborado pelo autor.

3.1.2 Arquitetura e tecnologia

O pilar do PDMSys é a sua base de ações, resultado da aplicação da PETIC. Assim, o sistema pode ser alimentado de duas formas: por meio da extração de dados, advinda do Web Petic Wizard, ou da importação de arquivo tipo CSV. As informações são então pré-processadas pela aplicação, empregando interações com o usuário no processo de pontuação dos critérios. Essas informações são armazenadas em uma base do PDMSys que fornece dados para a aplicação. A visão da implementação da arquitetura de software é exposta na Figura 9.

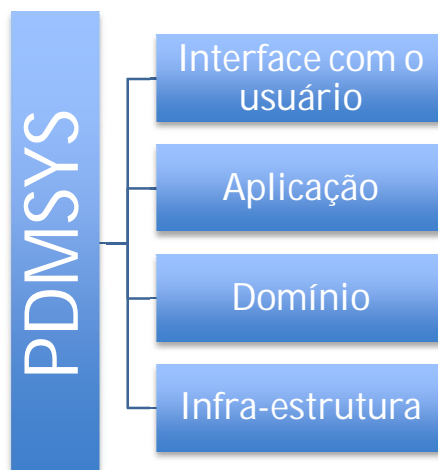
Figura 9 – Visão da implementação da arquitetura de software



Fonte: Elaborado pelo autor.

O PETICMiner é o responsável por extrair dados da base de dados do Web Petic Wizard quando necessário. A integração representada pela visão de implementação está disponível no Apêndice C. A aplicação PDMSys foi desenvolvida seguindo o padrão de camadas DDD, ou seja, uma separação em quatro camadas lógicas, mostradas na Figura 10.

Figura 10: Camadas do PDMSys,
segundo o DDD



Fonte: Elaborado pelo autor.

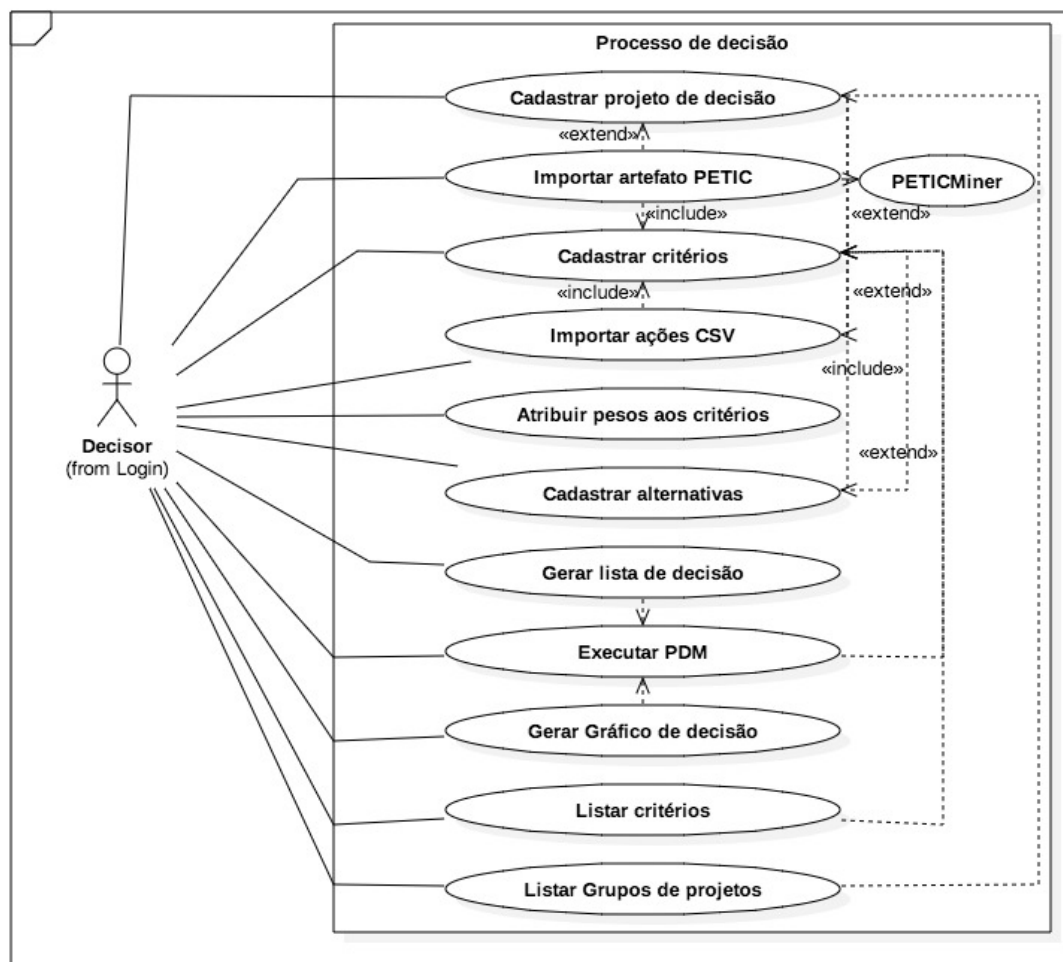
Para o desenvolvimento da interface com o usuário, que funciona em plataforma Web, foram utilizados os frameworks AngularJS¹ e Rails². Esses recursos possibilitaram um desenvolvimento ágil da aplicação e facilitaram o desenvolvimento do front-end da aplicação. Eles também permitiram que o design da aplicação fosse construído de forma rápida, organizada e responsiva, ou seja, adaptável aos diversos tipos de dispositivos como computador, tablet e celular.

O diagrama de casos de uso, conforme a Figura 11, representa as funcionalidades presentes para cada tipo de usuário, sendo elas: selecionar ou importar artefatos; cadastrar parâmetros; gerar gráfico e relatório de prioridades. As funções presentes no sistema estão relacionados ao processo PDM, essencial no apoio à decisão.

¹Framework para construção de front-end, o qual emprega o padrão Model-View mantido pelo Google (<https://angular.io/>)

²O framework Ruby para construção de front-end que emprega o padrão Model-View-Control foi criado por David Heinemeier Hansson, em 2003, e mantido pelo Rails Core Team (<http://rubyonrails.org/>).

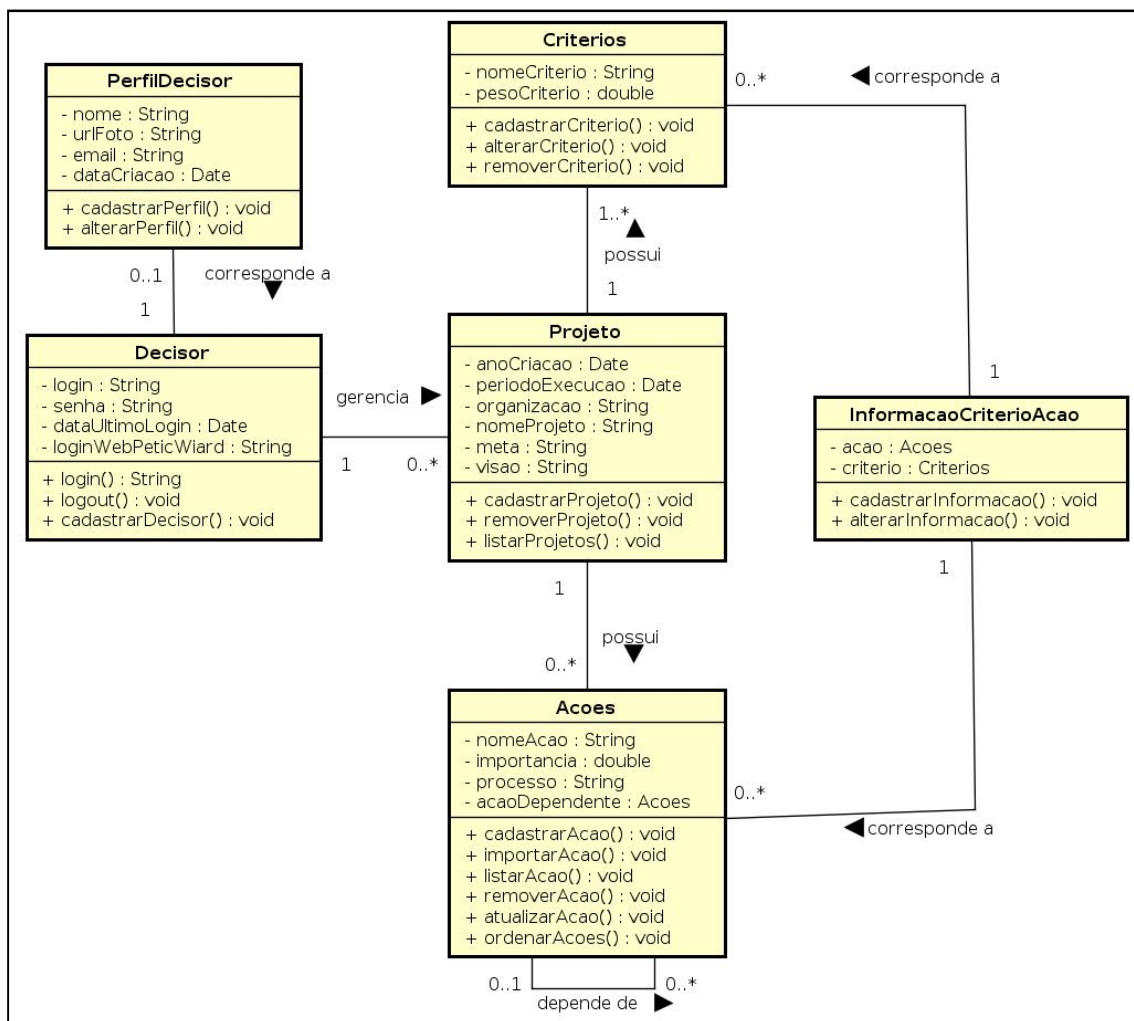
Figura 11 - Diagrama de casos de uso do PDMSys



Fonte: Elaborado pelo autor.

O diagrama de classes do sistema, apresentado na Figura 12, representa a camada model, sendo definidas seis classes para a composição e implementação do sistema, a saber: decisor, perfildecisor, projeto, critérios, acoes e informacaocriterioacao.

Figura 12: Diagrama de classes do PDMSys



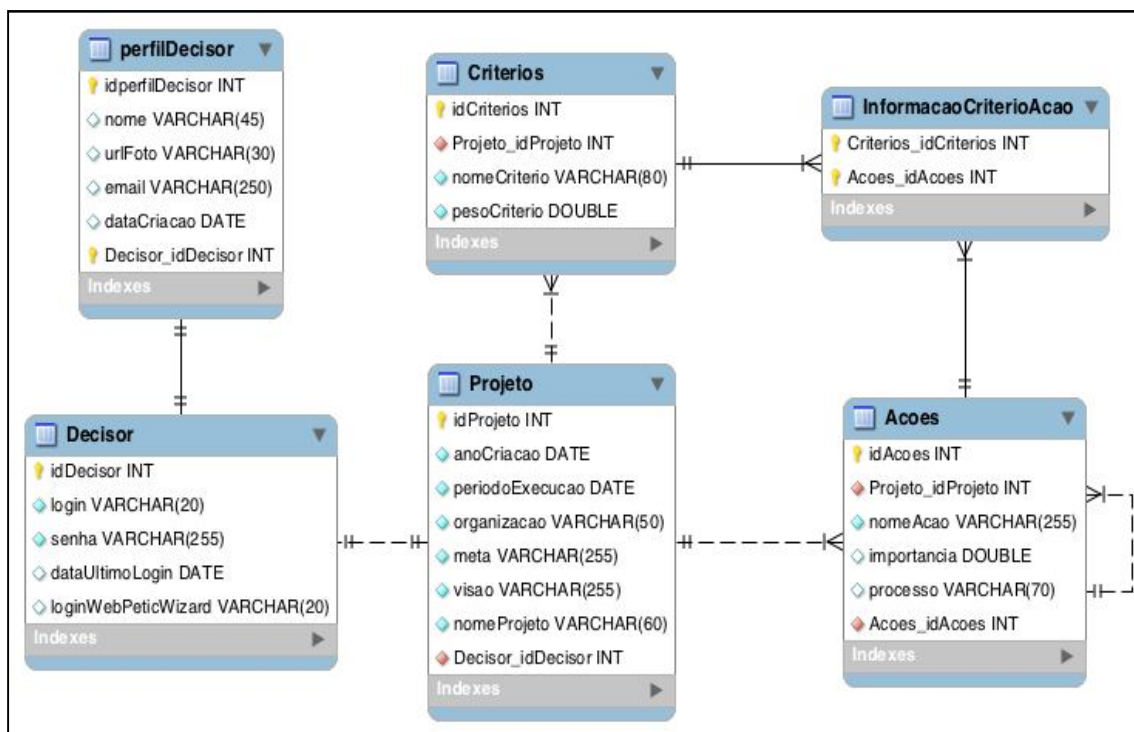
Fonte: Elaborado pelo autor.

Para que os dados fossem persistidos, foi utilizado o sistema de gerenciamento de banco de dados MySQL³. Para a modelagem do banco foi utilizado a ferramenta MySQL Workbench⁴, sendo elaborado o banco com sete tabelas, conforme a Figura 13, permitindo o armazenamento dos dados.

³ MySQL: Banco de dados gratuito, pertencente a Oracle, disponível em <https://www.mysql.com>.

⁴ Ferramenta de modelagem de banco de dados do mesmo grupo do MySQL, disponível em <https://www.mysql.com/products/workbench/>.

Figura 13 - Diagrama de banco de dados do PDMSys



Fonte: Elaborado pelo autor.

O back-end, comportando a camada de negócio e a interface de sistema, foi desenvolvido em Ruby⁵, linguagem multiparadigma interpretada, criada em 1995 por Yukihiro Matsumoto. Ela é considerada uma linguagem popular por sua simplicidade no desenvolvimento e produtividade. Para a integração ao front-end foi utilizado a API Rest⁶.

3.1.3 Visão geral do PDMSys

O PDMSys está hospedado em servidor da Universidade Federal de Sergipe, disponível no endereço petic.dcomp.ufs.br/pdmsys. A primeira tela do sistema, exposta na Figura 14, é a de acesso dos usuários, possibilitando o login ou o cadastro de novos usuários por meio do link “registre-se”. Todas as telas são responsivas, se adaptando ao tamanho da tela do usuário.

⁵ Mais informações em <https://www.ruby-lang.org/pt/>.

⁶ Rest é um tipo de Web Server que utiliza um modelo simplificado de requisição baseada no protocolo HTTP, denominada Representational State Transfer (Rest) (LECHETA, 2015).

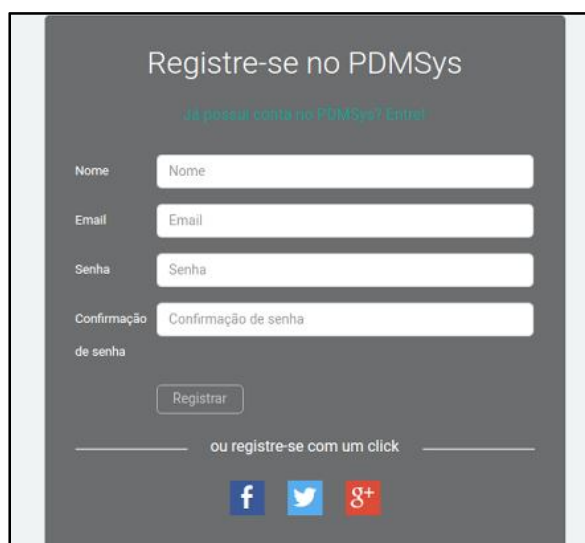
Figura 14 - Tela de login do PDMSys

A interface de login do PDMSys apresenta um formulário com o título "Entre no PDMSys". Abaixo do título, há um link "Novo no PDMSys? Registre-se!". O formulário contém campos para "Email" e "Senha", um botão "Entrar" e um link "Esqueci minha senha". Abaixo do formulário, há a opção "ou entre com um click" com ícones para Facebook, Twitter e Google+.

Fonte: Elaborado pelo autor.

No cadastro, o usuário tem a opção de criar uma conta com os dados ou se registrar por meio de uma conta do Facebook, Google+ ou Twitter com a API OAuth2⁷, facilitando o acesso ao sistema.

Figura 15 - Tela de cadastro do PDMSys

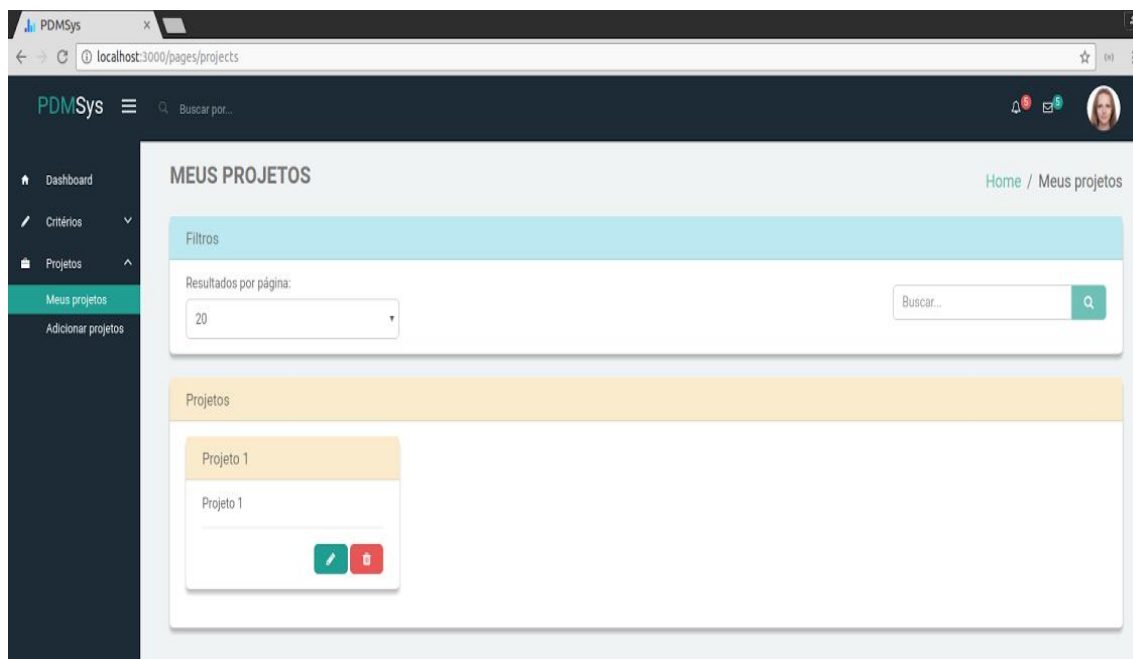
A interface de cadastro do PDMSys apresenta um formulário com o título "Registre-se no PDMSys". Abaixo do título, há um link "Já possui conta no PDMSys? Entre!". O formulário contém campos para "Nome", "Email", "Senha" e "Confirmação de senha", um botão "Registrar" e um link "ou registre-se com um click" com ícones para Facebook, Twitter e Google+.

Fonte: Elaborado pelo autor.

⁷API de autorização disponível em <https://oauth.net/>.

Ao acessar o sistema, o usuário pode criar um novo projeto ou gerenciar projetos existentes. Ressalta-se que o projeto representa um grupo de ações para decisão. O sistema permite que sejam criado quantos projetos o usuário desejar. A tela de cadastro de projetos é apresentada na Figura 16.

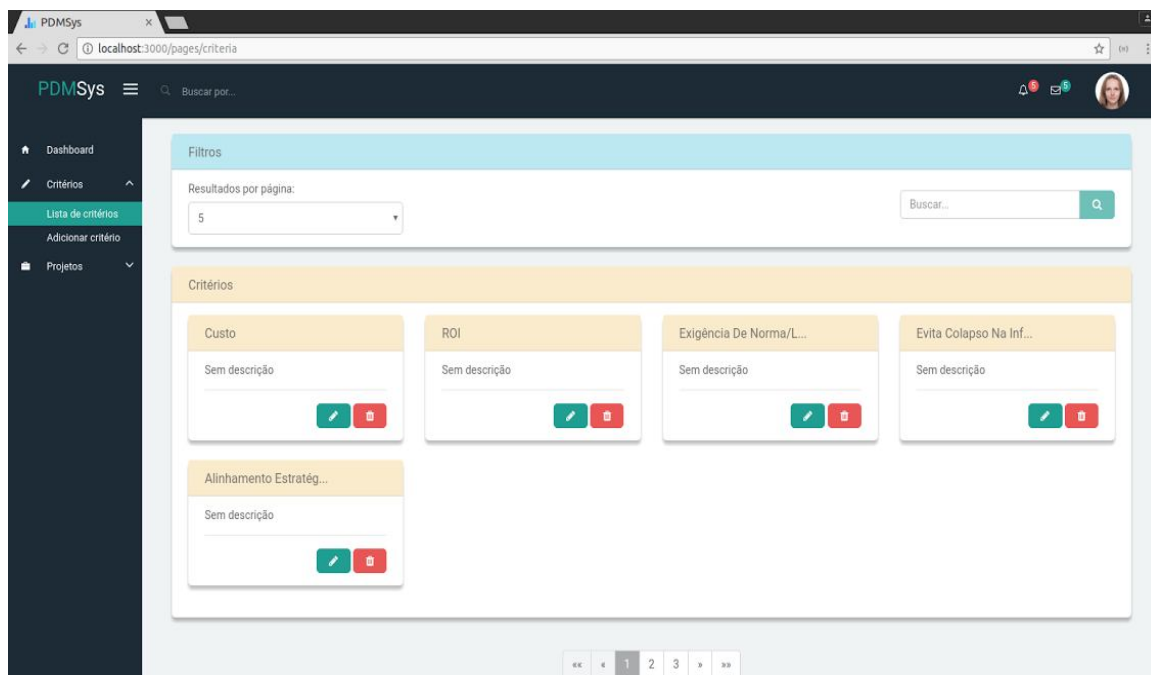
Figura 16 - Tela de cadastro de projetos PDMSys



Fonte: Elaborado pelo autor.

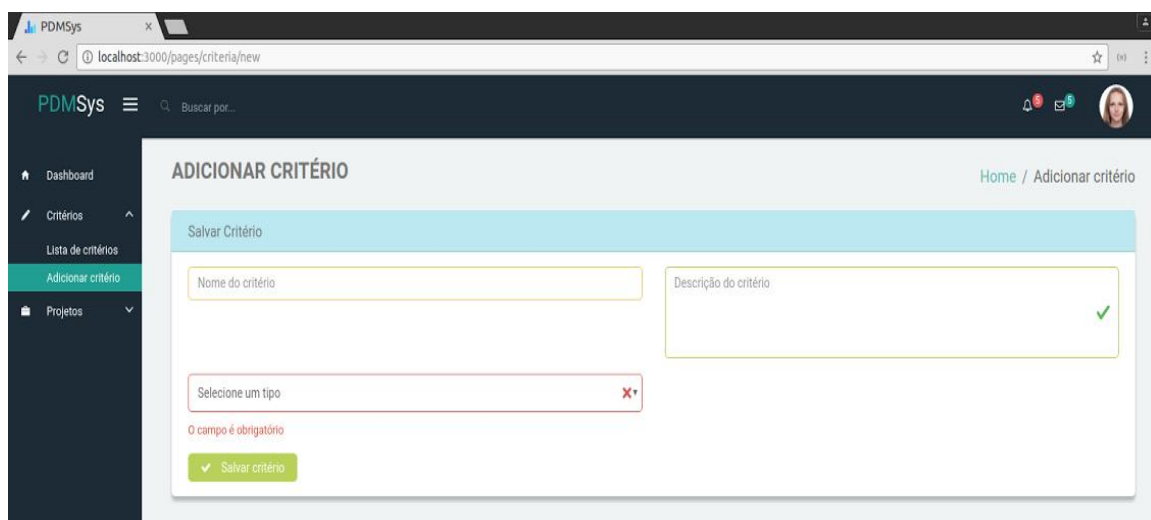
Um projeto possui critérios de decisão. O usuário tem a sua disposição os dez critérios PETIC já cadastrados, podendo ser adicionados novos critérios. A tela de lista de critérios é apresentada na Figura 17.

Figura 17 - Tela de lista de critérios do PDMSys



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 18 - Tela de adição de novos critérios do PDMSys



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após cadastrar os critérios e importar as ações, para aplicar o PDM é necessário pontuar, ação por ação, os critérios. Em seguida, o sistema interage com o usuário para a tomada de decisão, gerando um relatório de ordenação de decisões. A tela de pontuação dos critérios por ação é apresentada na Figura 19.

Figura 19 - Tela de pontuação dos critérios por ação no projeto do PDMSys

The screenshot displays the PDMSys web application interface. The browser address bar shows the URL `localhost:3000/pages/projects/new`. The application has a dark sidebar on the left with the following menu items: Dashboard, Critérios, Projetos, Meus projetos, and Adicionar projetos (highlighted in green). The main content area is titled 'PDMSys' and contains a search bar. Below the search bar, there are several criteria for scoring, each with a dropdown menu to select an attribute or a text input field for a cost value.

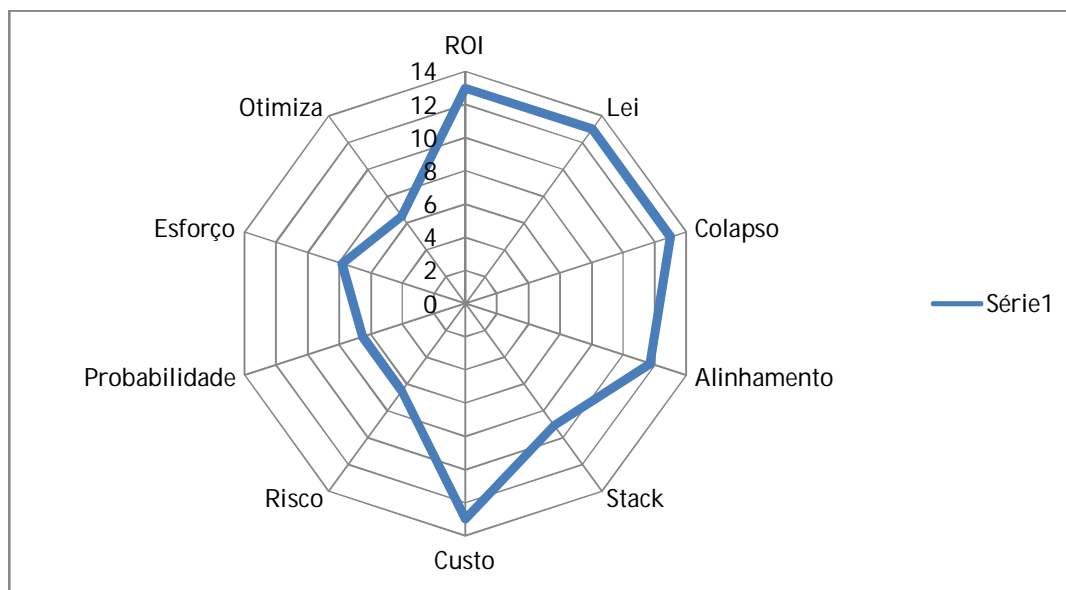
Critério	Atributo / Valor
Principais stakeholders beneficiados (Benefício)	Selecione um atributo
Riscos envolvidos (Custo)	R\$ Custo
Probabilidade de entrega (Benefício)	Selecione um atributo
Esforço (Custo)	R\$ Custo
Otimização de recursos (Benefício)	Selecione um atributo
Dependência (Dependência)	Selecione os projetos dependentes

At the bottom of the main content area, there are two buttons: '+ Adicionar novo projeto' (green) and 'Submeter projetos' (green). The footer of the application shows the copyright notice '© Rafael Santana 2016' and social media icons for Facebook, Twitter, Google+, and YouTube.

Fonte: Elaborado pelo autor.

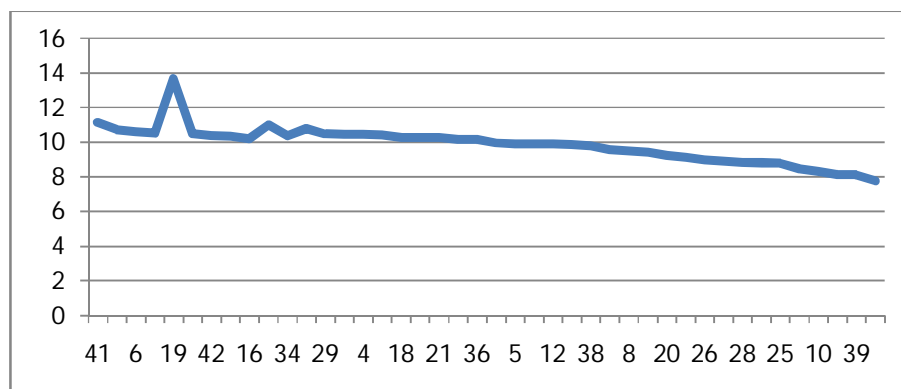
Todas as telas do PDMSys apresentam um layout de fácil entendimento, sendo padronizado de forma que todas as informações estejam dispostas ao lado esquerdo da tela, além de responder a qualquer tipo de tela (responsividade), permitindo que os usuários tenham acesso a partir de qualquer dispositivo. A ferramenta possui filtros, viabilizando que o usuário liste critérios por tipos de projetos e por período. Além disso o sistema, gera dois tipos de gráficos: o de peso dos critérios e o de ordenação de ações por projeto, conforme exposto nos Gráficos 3 e 4.

Gráfico 3 - Peso dos critérios de decisão



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 4 - Ordenação de ações



Fonte: Elaborado pelo autor.

O sistema permite um número ilimitado de projetos e ações por usuário, além de manter um histórico de projetos de priorização. Os projetos anteriores e atuais podem ser comparados em relação aos critérios de decisão. O sistema também possibilita ao gestor executar o processo de decisão, mesmo que esse usuário não possua domínio sobre modelos matemáticos, simplificando a tomada de decisão, porém, mantendo-a objetiva.

4 ESTUDOS DE CASO APLICANDO O MODELO PDM

Esta seção apresenta os estudos de caso investigados, expondo sobre o local, preparação e realização dos estudos, bem como os resultados obtidos, tendo como foco a validação do modelo PDM. O objetivo global consistiu em caracterizar a funcionalidade e a eficiência da equação de priorização de ações de PE, com base nos artefatos gerados pós aplicação da metodologia PETIC. Para isso, foram utilizados o modelo PDM e o software PDMSys para priorizar as ações. O primeiro estudo de caso foi realizado ao Centro de Processamento de Dados da Prefeitura Municipal de Aracaju/SE, e o segundo junto ao Centro de Processamento de Dados do Sindicato das Secretárias e Secretários do Estado de São Paulo (SINSESP).

4.1 PLANEJAMENTO

Esta subseção apresenta o protocolo empregado para os estudos de caso, cujo objetivo foi formalizado usando parte do modelo GQM (WOHLIN et al. 2012), a saber: **analisar** a aplicação do PDM nas indicações de priorização sobre as ações, **com a finalidade** de avaliação, **em relação à** seleção de preferência de investimentos em TIC, **do ponto de vista** dos gestores e analistas **no contexto** da implementação de planejamento estratégico.

As questões de pesquisa aplicadas aos estudos foram:

Q1. O modelo proposto consegue priorizar os investimentos, reduzindo incertezas e minimizando os custos iniciais de investimentos e maximizando os benefícios?

Q2. Dado um grupo de ações a serem priorizadas, qual é o resultado desta priorização? Tal resultado é satisfatório?

Diante dessas questões, as hipóteses estabelecidas para os estudos foram:

H0 nula: O PDM não permite avaliação da concorrência entre as ações para priorização de investimento.

H0 alternativa: O PDM permite avaliação da concorrência entre as ações para priorização de investimento.

4.2 DESCRIÇÃO DO LOCAL

Nesta subseção, descrevem-se os locais que foram aplicados os estudos de caso, ambos utilizando o PETIC como base, sendo um realizado junto a uma instituição de administração pública municipal, no Estado de Sergipe, e outro em uma organização sindical sediada no Estado de São Paulo.

4.2.1 Prefeitura Municipal de Aracaju/SE

O Centro de Processamento de Dados (CPD) da Prefeitura Municipal de Aracaju (PMA) tem como objetivo implementar e dar suporte à política de TIC, em cada uma das 21 secretarias vinculadas ao órgão. Com a missão de “[...] levar melhores ferramentas e meio de trabalho aos colaboradores” e a visão de “[...] satisfação total do consumidor final sobre o serviço prestado, tendo um serviço estável e bem funcional para o atendimento do mesmo” (CPD/PMA, 2015), o CPD é dividido em Suporte Técnico, Redes e Sistemas, contando com a colaboração de quinze funcionários.

4.2.2 Sindicato das Secretárias e Secretários do Estado de São Paulo (SINSESP)

O Centro de Processamento de Dados (CPD) do SINSESP tem como objetivo implementar e dar suporte à política de TIC na organização, reduzindo custos e otimizando os benefícios da aplicação das TICs. Essa unidade está organizada em Suporte Técnico, e Redes e Sistemas, contando com três funcionários. No contexto institucional, o CPD tem como missão: “[...] atender os clientes internos/externos com maior agilidade, dentro de padrões internacionais de qualidade, empregando processos de melhoria contínua levando as melhores ferramentas e meio de trabalho aos colaboradores” (SINSESP, 2015), e a sua visão é a de “[...] ser referência em TI sindical no Estado de São Paulo, ampliando a fonte de inovação e multiplicando o comprometimento e amadurecimento da equipe” (SINSESP, 2015).

4.3 PREPARAÇÃO

Os estudos de caso foram realizados no período de agosto a novembro de 2015, sendo iniciados pela etapa de análise do PE, com base no PETIC. Foram efetuadas reuniões presenciais. No caso da Prefeitura Municipal de Aracaju participaram desses encontros o Diretor do CPD, bem como os coordenadores de áreas. No SINSESP, as reuniões ocorreram com o responsável pelo CPD, dois analistas do setor, a Diretora de Projetos e a Presidente da entidade. Nos dois casos foram discutidas e analisadas as seis áreas atendidas pela PETIC, sendo elas: dados, software, hardware, telecomunicações, pessoas e governança, possuindo um total de 133 processos a serem analisados. Para essa tarefa foram utilizados os aplicativos mobiPETIC e Web PeticWizard (PETIC, 2015). Os dados armazenados possibilitaram a realização dos testes do PDMSys, e da aplicabilidade do PDM no processo de priorização dos investimentos. Após a aplicação do PDM foram realizadas entrevistas individuais com as equipes, com vistas à análise dos resultados e, também, uma reunião com todos os envolvidos para discussão sobre a aplicabilidade do modelo.

4.4 EXECUÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO

Após a elaboração do planejamento estratégico de TIC, foram realizadas reuniões para a exposição sobre o funcionamento do processo de priorização. Nessa etapa foi utilizado o PDMSys como ferramental, o qual extraiu as ações do planejamento estratégico para ordenação. Os resultados da aplicação são apresentados nas subseções a seguir.

4.4.1 Prefeitura de Aracaju/SE

A análise dos processos junto à PMA mostrou que, aproximadamente, 47% dos processos possuem criticidade. Assim, foram sugeridas 42 ações (Apêndice A) a serem implementadas nos próximos cinco anos, conforme exposto na Tabela 2.

Tabela 1 - Processos e ações por área PETIC

Área	Processos PETIC	Processos Contemplados	Processos não contemplados	Ações de melhoria
Dados	17	12	5	11
Software	24	22	2	8
Hardware	11	7	4	6
Telecomunicações	20	16	4	11
Pessoas	15	13	2	5
Governança de TIC	46	0	46	1
Total	133	70	63	42

Fonte. Elaborado pelo autor.

4.4.2 Sindicato das Secretárias e Secretários do Estado de São Paulo

Como resultado da análise realizada durante o planejamento estratégico, identificou-se que dos 133 processos, 105 eram de interesse da instituição e 28 não despertaram interesse naquele momento. Para que os 105 processos-alvos ganhassem maturidade, foram aprovadas 34 ações (Apêndice B), as quais deram apoio à melhoria dos processos. O quantitativo de processos e das ações é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Processos e ações por área PETIC e ações de melhoria por área

Área	Processos PETIC	Processos Contemplados	Processos não contemplados	Ações de melhoria
Dados	17	10	7	4
Software	24	20	4	5
Hardware	11	6	5	6
Telecomunicações	20	13	7	6
Pessoas	15	10	5	3
Governança de TIC	46	46	0	10
Total	133	105	28	34

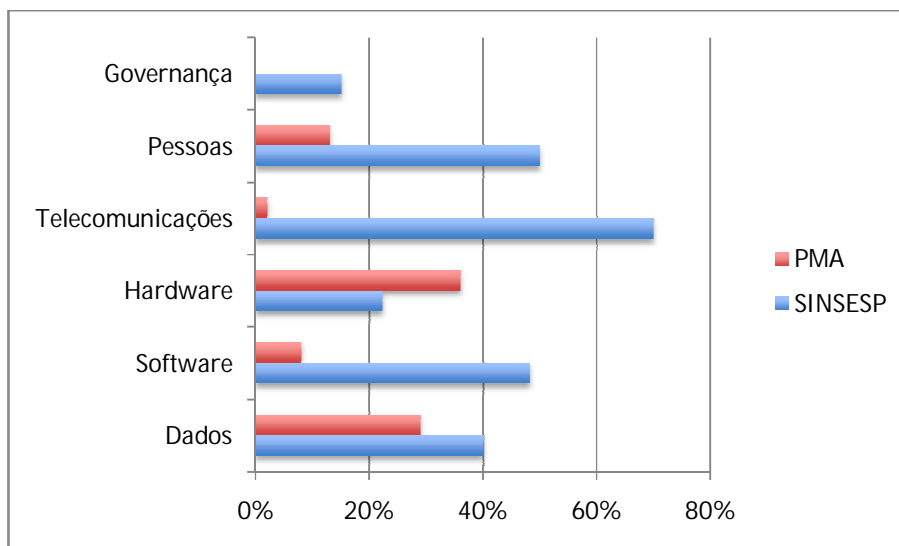
Fonte. Elaborado pelo autor.

Cada uma das ações foi avaliada sobre a sua viabilidade, custo e retorno de investimento, empregando-se para isso o modelo PDM. As análises sobre os resultados obtidos são apresentadas e discutidas na próxima seção.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Durante a análise do cenário identificado junto à Prefeitura Municipal de Aracaju (PMA) e ao SINSESP, tornou-se evidente o percentual de processos que apresentavam criticidades, com exceção à governança de TIC na Prefeitura. Esse percentual refere-se à relação entre processos inexistentes e o total por área PETIC. Os dados podem ser visualizados no gráfico a seguir.

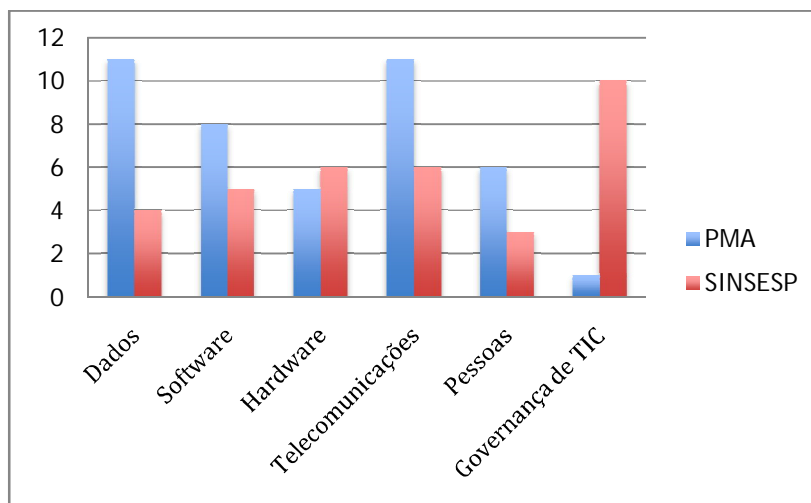
Gráfico 5 - Percentual de criticidade por área PETIC na Prefeitura Municipal de Aracaju e no Sindicato das Secretárias e Secretários do Estado de São Paulo



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os processos críticos são aqueles que devem sofrer ações para melhoria, no caso da PETIC. As ações são planejadas para um período de cinco anos. Assim, foram propostas 42 ações para a PMA (Apêndice A) e 34 ações para o SINSESP (Apêndice B), sendo organizadas por áreas, de acordo com a criticidade. O foco foi priorizar as ações para que seja realizado o investimento de forma adequada. O quantitativo de ações por área é apresentado no Gráfico 6.

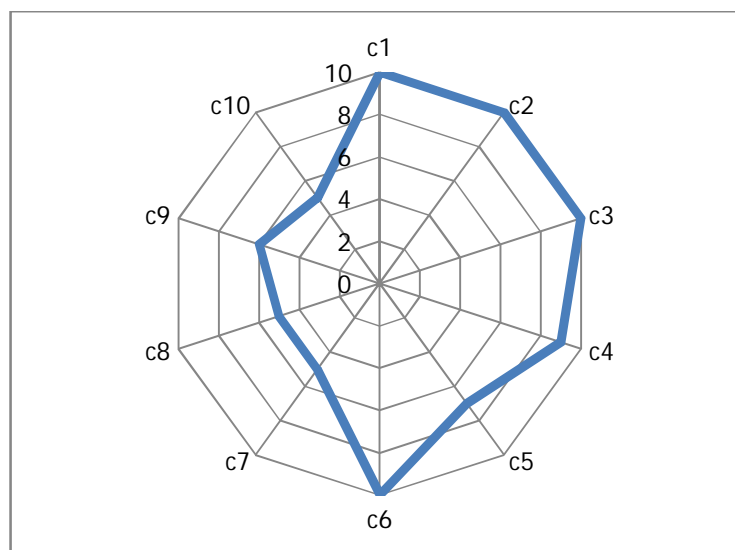
Gráfico 6 - Quantidade de ações por área



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota-se que, como a criticidade em relação à Governança junto ao SINSESP foi de mais de 10%, há mais ações a serem desenvolvidas do que na PMA em relação a esse item. Outro ponto a destacar sobre o SINSESP foi o maior número de ações relacionadas a hardware, devido à necessidade de atualização de servidores. Com as ações de melhorias levantadas, iniciou-se a priorização das ações empregando o PDM, por meio do PDMSys. A primeira etapa realizada foi a de seleção dos critérios e de atribuição de pesos conforme o objetivo. Em ambos os casos o peso foi: ROI peso 10 – C1; Exigência da Lei peso 10 – C2; Evita o colapso peso 10 – C3; Alinhamento estratégico peso 9 – C4; Principais stakeholders peso 7 – C5; Custo peso 10 – C6; Risco envolvido peso 5 – C7; Probabilidade de entrega peso 5 – C8; Esforço peso 6 – C9 e Otimização de recursos peso 5 – C10. Como resultado inicial, tem-se o gráfico de priorização, exposto a seguir, o qual auxiliou a equipe no processo de decisão, sendo construído com base nos vetores de critério $C=\{C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10\}$ e de pesos $W=\{10, 10, 10, 9, 7, 10, 5, 5, 6, 5\}$.

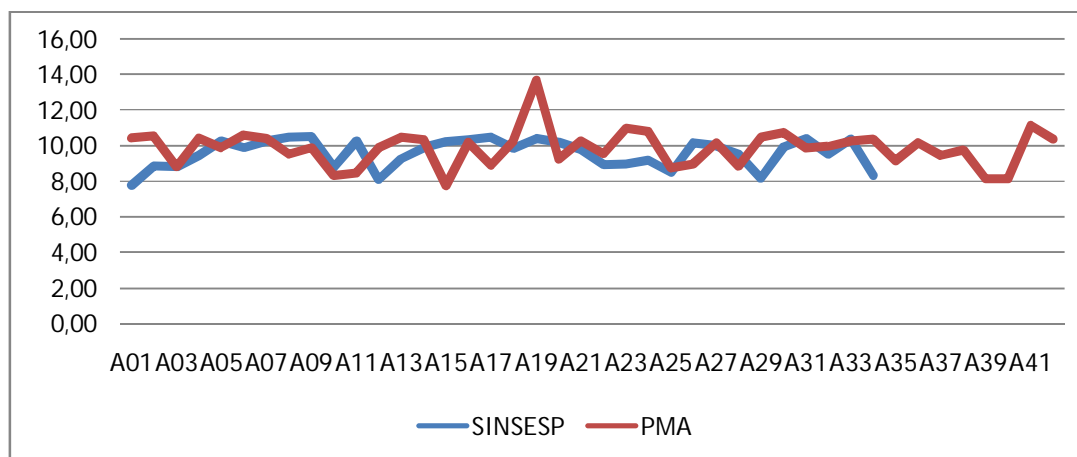
Gráfico 7 - Importância dos critérios para tomada de decisão



Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode-se notar, no Gráfico 7, que os critérios C1, C2, C3 e C6 são considerados mais importantes, enquanto que o critério C10 é considerado menos importante. As 42 ações da PMA e as 34 do SINSESP foram analisadas, com base no modelo proposto, gerando pontuação de classificação de importância das ações. Isso não corresponde a uma realidade sobre a implementação da ação, justamente por haver diversas ações com dependências, sendo elas o resultado da etapa TOPSIS do PDM. A classificação das ações por importância, mas sem a ordenação sobre essa última, é apresentada no Gráfico 8.

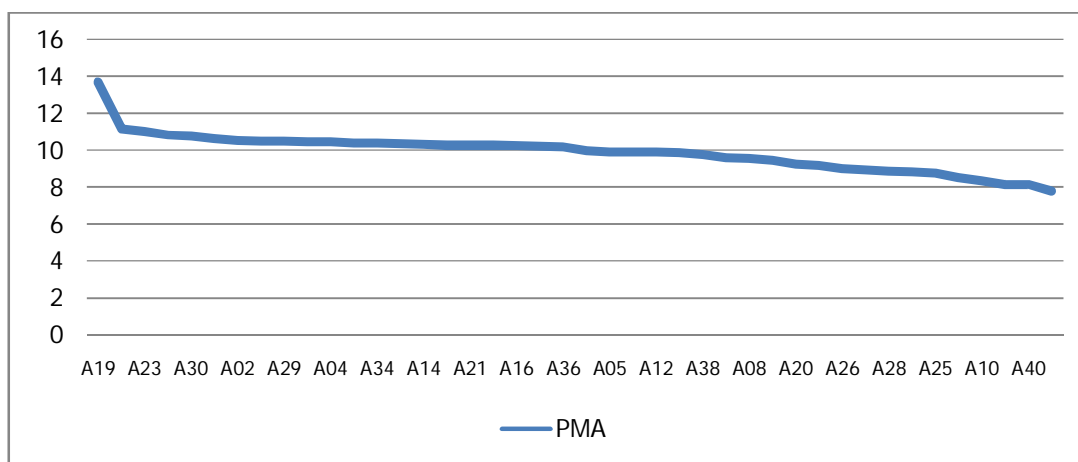
Gráfico 8 - Classificação por importância sem análise de dependência



Fonte: Elaborado pelo autor.

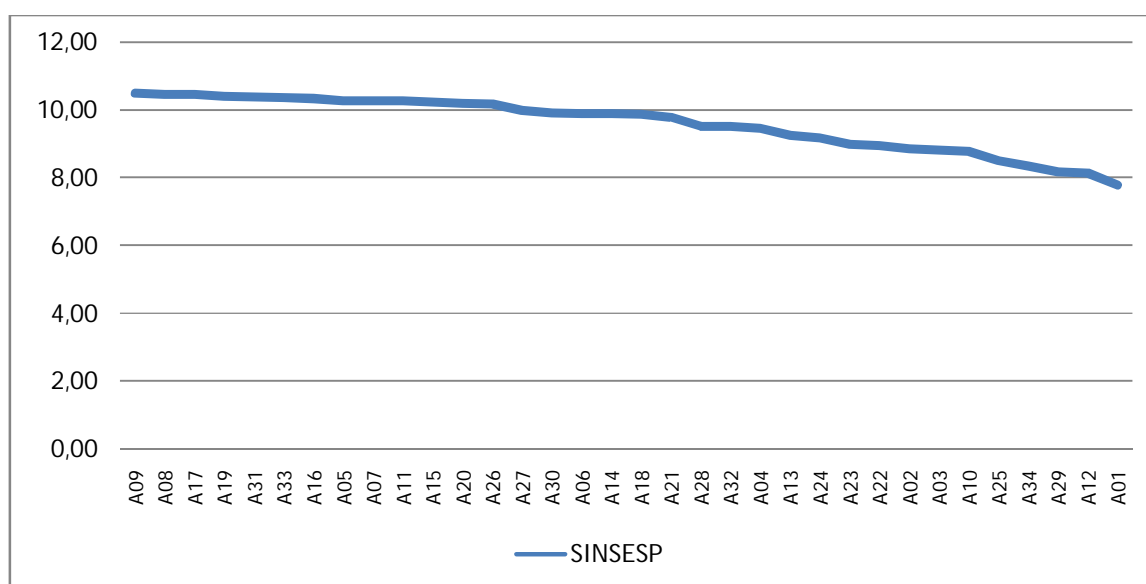
O mero levantamento de ações, como apresentado no Gráfico 8, sem uma ordenação adequada, torna o processo de seleção subjetivo. Já com a ordenação das ações tem-se uma lista de prioridades, porém, ainda sem a análise de dependência. As listas de ações ordenadas, relativas a cada instituição investigada e sem análise de dependência, são expostas nos Gráficos 9 e 10.

Gráfico 9 - Priorização das ações empregando o TOPSIS na Prefeitura Municipal de Aracaju



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 10 - Priorização das ações empregando o TOPSIS no Sindicato das Secretárias e Secretários do Estado de São Paulo



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nos gráficos 9 e 10 foi empregado o TOPSIS para criar uma lista ordenada, sem análise de dependência, criando um gráfico de ações por importância, indo da maior para a menor. Porém, sem uma análise de dependência a implementação da ação mais importante pode, eventualmente, exigir ações secundárias, gerando custos adicionais. Dessa forma, ao se analisar as dependências tem-se que na Prefeitura Municipal de Aracaju a ação 15 de maior importância dependia das ações 2 e 41. Já no SINSESP, a ação 8 seria a prioritária, porém havia dependências de A15 e A13, o que inviabilizaria as suas implantações. Assim, ao final da execução do PDM, por meio do PDMSys, as 42 ações da Prefeitura e as 34 ações do SINSESP foram classificadas por sua importância e dependência, de acordo com a lista de preferências gerada, criando a sequência A da Prefeitura e B do SINSESP, expostas no Quadro 6.

Quadro 6 – Sequências de prioridades de investimentos na Prefeitura Municipal de Aracaju e no Sindicato das Secretárias e Secretários do Estado de São Paulo

<p>Sequência A: Lista de prioridades PMA</p> <p>A41 > A30 > A6 > A2 > A19 > A13 > A42 > A14 > A16 > A23 > A34 > A29 > A1 > A4 > A7 > A18 > A33 > A21 > A27 > A36 > A32 > A5 > A9 > A12 > A31 > A28 > A22 > A8 > A37 > A20 > A35 > A26 > A17 > A28 > A3 > A25 > A11 > A10 > A20 > A39 > A15</p> <p>Sequência B: Lista de prioridades SINSESP</p> <p>A₁ > A₁₂ > A₂₉ > A₃₄ > A₂₅ > A₁₀ > A₃ > A₂ > A₂₂ > A₂₃ > A₂₄ > A₁₃ > A₄ > A₂₈ > A₃₂ > A₂₁ > A₁₈ > A₁₄ > A₆ > A₃₀ > A₂₇ > A₂₆ > A₂₀ > A₁₅ > A₇ > A₅ > A₁₁ > A₁₆ > A₃₃ > A₃₁ > A₁₉ > A₁₇ > A₈ > A₉</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com base nos critérios de tomada de decisão pode-se inferir que, no caso da PMA a alternativa A41 é preferível para investimento. No caso do SINSESP, a alternativa A1 é a preferível para investimento. Já a alternativa A15 para a PMA e A9 para o SINSESP deve ser a última opção a receber investimento, pois a sua preferência é menor. Constatase, assim, que o PDM possibilitou a ordenação das ações com base em suas preferências.

Conforme entrevista com a Diretora de Projetos do SINSESP (responsável pela liberação dos recursos), a aplicação do PDM possibilitou a previsibilidade de gastos, visto que a receita sindical provém, majoritariamente, de recursos liberados apenas uma vez ao ano, sendo necessário saber de antemão quanto será investido. Já para a presidente daquela

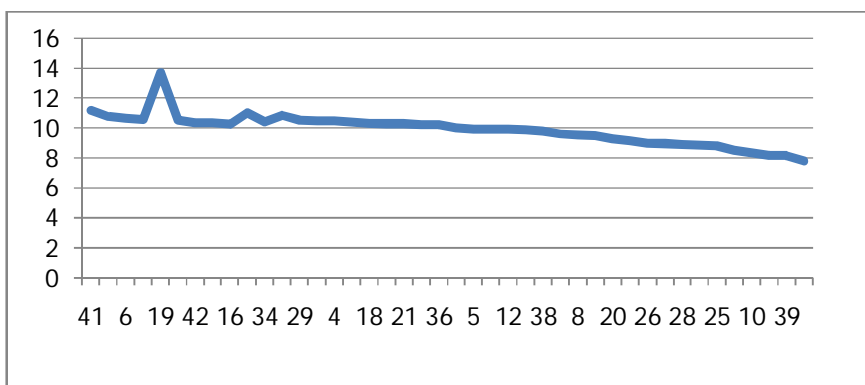
entidade o resultado auxiliou-a na visibilidade de melhoria do CPD e, também, sobre quais aspectos ela necessita solicitar maior empenho do gestor do CPD para melhorias futuras.

Para os gestores dos CPDs da PMA e do SINSESP, o PDM possibilitou o planejamento de gastos dos respectivos setores. Os analistas que compõem a equipe de TIC, afirmaram que o modelo os permitiu elaborar novas propostas de ações, já que passaram a conhecer os critérios de decisão. Conforme esses entrevistados, o modelo também os deixou cientes sobre o que deve ser alvo de novos projetos. Outro ponto ressaltado é que não foram antecipados gastos desnecessários. Em outros momentos, devido à falta de análise de dependências, ocorriam dispêndios financeiros para ações desnecessárias. Portanto, o modelo auxiliou na visão de investimento, evitando-se gastos antecipados. Dessa forma, têm-se as respostas aos objetivos inicialmente propostos para a investigação:

a) Resposta Q1: O modelo proposto consegue priorizar os investimentos reduzindo os custos iniciais de investimento e maximizando o retorno de investimento?

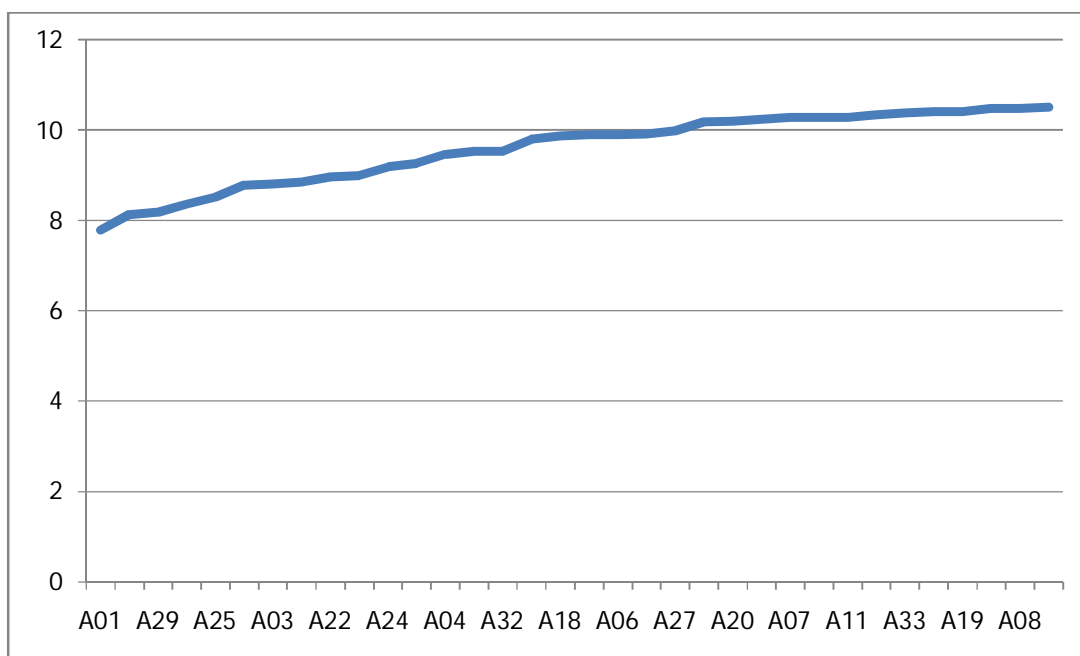
O modelo se mostrou funcional, sendo aplicado a um conjunto de 42 e 34 ações, atendendo a 70 e 105 processos da PMA e SINSESP, respectivamente, para cinco anos de planejamento. Porém, é necessária a realização, em primeira instância, da priorização dos critérios para tomada de decisão, e a indicação dos valores para cada um dos critérios. Com isso, as indicações poderão ser feitas com informações completas. A ausência de informações completas inviabilizará a previsão de priorização. Após a priorização, gerou-se a lista de preferências, com foco na redução de custos e melhoria dos benefícios com zero dependência. Assim, é possível observar nos Gráficos 11 e 12 que a ordem foi alterada, porém reduzindo custos.

Gráfico 11 - Ações da Prefeitura Municipal de Aracaju priorizadas pelo modelo



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 12 - Ações do Sindicato das Secretárias e Secretários do Estado de São Paulo priorizadas empregando o PETIC Decision Making

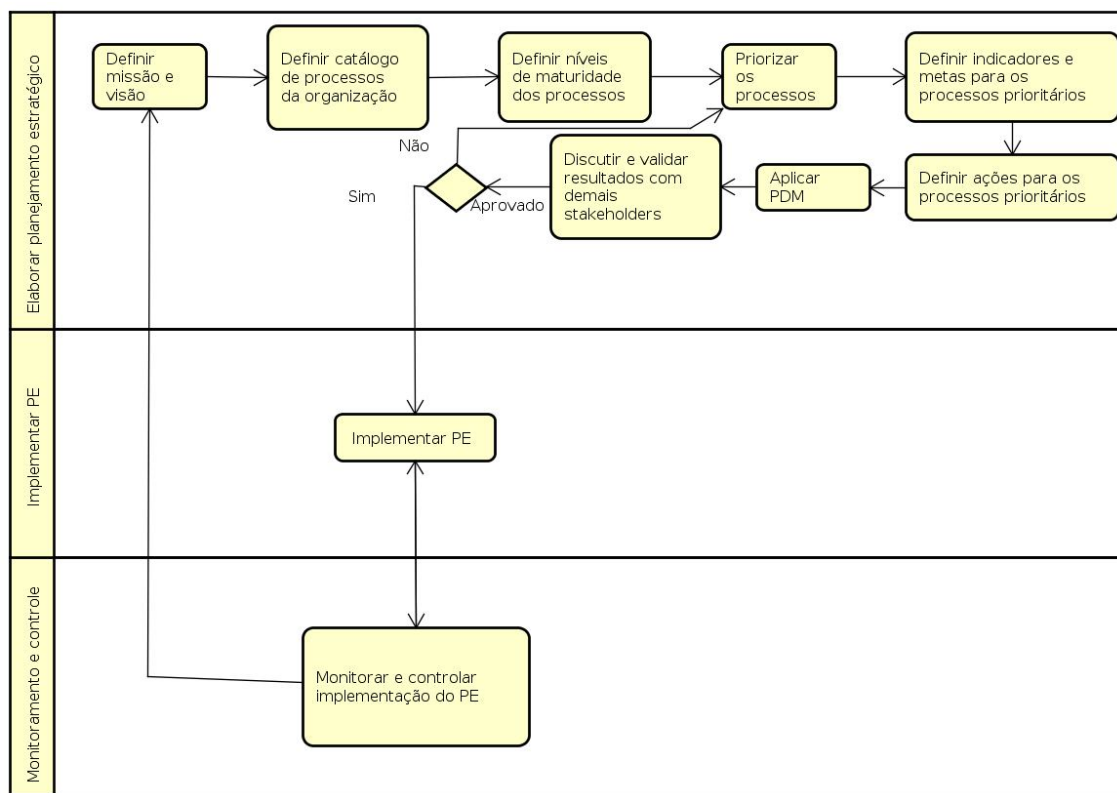


Fonte: Elaborado pelo autor.

b) Resposta Q2: Dado um grupo de ações a serem priorizadas, qual é o resultado desta priorização? Tal resultado é satisfatório?

Com o modelo de ordenação de ações, realizado com base nos planejamentos estratégico de TIC, é possível a identificação sobre quando será realizada determinada tarefa, criando uma lista ordenada de ações, conforme as sequências A e B apresentadas anteriormente. Com isso será possível prever os investimentos necessários. Observa-se, portanto, que o TOPSIS, em conjunto com a validação de dependências, permite a ordenação das ações como itens concorrentes, rejeitando-se a hipótese nula em favor da hipótese alternativa. O modelo viabiliza a priorização de investimentos, porém, é aplicável, atualmente, apenas ao método PETIC por possibilitar uma avaliação quantitativa. Embora o estudo tenha sido aplicado apenas à PMA e ao SINSESP, o modelo apresenta um nível de abstração suficiente para a aplicação a outras instituições, independente de porte ou segmento, desde que empregando a metodologia PETIC. Ainda, conforme a diretoria do SINSESP e o Gerente de CPD da PMA o modelo se mostrou satisfatório por permitir controlar os investimentos por meio de um planejamento. Como resultado, tem-se a melhoria do workflow PETIC, integrando agora o PDM, permitindo aos gestores a seleção de ações, ordenadas, durante a elaboração do planejamento estratégico. O novo workflow é exposto na Figura 20.

Figura 20 - Novo workflow PETIC integrando PDM



Fonte: Adaptado de Palmeira (2012).

Após a definição de ações, O PDM passa a ser integrado ao Workflow da PETIC, aperfeiçoando o ciclo da metodologia, e agregando um processo que permite decisões objetivas durante a aplicação do PE de TIC.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com uma abordagem baseada no TOPSIS para a recomendação de priorização de ações do planejamento estratégico, os resultados encontrados na pesquisa indicam que essa teoria permite validar indicações sobre priorização de ações de melhoria PETIC, mantendo a simplicidade do TOPSIS. A recomendação foi tratada como um problema de priorização racional de tarefas por meio da estratégia. Os estudos de caso realizados demonstraram que é possível ampliar benefícios e reduzir custos com a aplicação do PDM. Os resultados se mostram promissores e apontam para a viabilidade da abordagem com resultados similares ao processo manual, porém com maior qualidade em relação à análise entre custo e benefício. Ressalta-se, no entanto, que por se tratar de estudos de casos, tais resultados devem ser considerados diante da limitação de não poderem ser generalizados em relação às instituições (população) ou segmentos (universo) similares, mas, sim, em relação ao modelo PDM (proposições teóricas) (YIN, 2015). Outra limitação é a sujeição do modelo proposto à metodologia PETIC. Disso resulta a necessidade de utilização prévia da PETIC para a realização do planejamento estratégico das TICs.

Em análise comparativa sobre o que foi utilizado para melhorar a tomada de decisão, no tocante aos investimentos em ações e projetos de TICs, e as ações propostas nos trabalhos de Avery et al (2008) e Liao et al (2009), identifica-se a distinção em relação à independência sobre a necessidade de análise externa ao contexto institucional. Já nos trabalhos de Rębiasz, Gawel e Skalna (2015), Nouri, Esbouei e Antucheviciene (2015) e Parvaneh e El-Sayegh (2016), há a necessidade de se ampliar o modelo para análise de dependências não disponível em nenhum dos cinco trabalhos.

Dessa forma, por meio do método proposto foi possível selecionar alternativas consideradas preferíveis e analisar as suas dependências, além de criar um ciclo contínuo para ordenar as alternativas. Os estudos de casos apontaram a praticabilidade do método, evitando indicação em que as dependências prejudicassem o investimento. Todavia, destaca-se que a utilização do método proposto é limitada pela exigência de que as alternativas devem receber atributos para que possam ser analisadas. Vale ainda destacar que embora o PDM seja um modelo matemático, ele não prescinde do contexto das relações humanas, inerentes ao ambiente corporativo e ao processo de negociação. Dessa forma, ele não deve ser considerado como verdade universal, mas, sim, uma ferramenta de apoio. O PDM garante aos gestores a separação de ações ou projetos de acordo com o julgamento sobre a relevância para a organização. Assim, ele se torna uma solução para o mercado, munindo o gestor de um ferramental que auxilia no processo de decisão de forma objetiva. Além disso, PDMSys

possibilita a aplicação do PDM de forma automatizada, simplificando o processo e dispensando a necessidade de domínio conceitual sobre o modelo matemático.

Entende-se que a pesquisa ampliou a PETIC por meio da adaptação do escopo de análise de ações, permitindo que elas sejam ordenadas com base em critérios objetivos definidos pelo gestor e, também, por meio da inserção do PDM no workflow da metodologia PETIC Versão 3. Outro resultado importante foi o tratamento de dependências, apontado por Nouri, Esbouei e Antucheviciene (2015) e Parvaneh e El-Sayegh (2016) como necessário ao processo de decisão em projetos de TIC, possibilitando a análise de ações com dependência. As ações somente deverão constar na lista de preferência de investimentos quando tiverem satisfeito as suas dependências. Dessa forma, será obtida a redução de custos iniciais de investimentos relativos aos gastos com dependências desnecessárias.

Como contribuição adicional deste estudo pode-se destacar o desenvolvimento do sistema de apoio à tomada de decisão PDMSys, gerando a automação do processo de ordenação de investimento e o PETICMiner, com aplicação para a extração de dados PETIC por meio da integração do PDMSys ao Web PeticWizard. Para o campo da Engenharia de Software, a investigação agrega o modelo de tomada de decisão baseado no TOPSIS para o planejamento estratégico de TIC, aspecto ainda pouco explorado na área da Computação. Além disso, para o PDM possui análise de dependência para priorização de ações, cooperando com o avanço do conhecimento sobre planejamento estratégico de tecnologias.

A pesquisa possibilitou, ainda, a realização de seis artigos científicos, sendo dois deles já apresentados e publicados nos Anais do 13o Congresso Internacional de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação (CONTECSI), a saber: “Game theory-based model for investment decision in strategic planning ICT” e “PETIC Decision Making (PDM): um modelo automatizado para apoio à tomada de decisão estratégica em TIC”. Os demais, “Planejamento estratégico da Tecnologia da Informação e Comunicação: uma quase-revisão sistemática”, “PDMSys: uma ferramenta para apoio à tomada de decisão automatizada”, “Planejamento estratégico de TIC: um estudo de caso aplicando PETIC + GQM na Prefeitura de Aracaju”, estão em processo de avaliação no 14º Congresso Internacional de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação (CONTECSI), e “A model based on TOPSYS for decision of investment in strategic planning of ICT” na International Journal of Business Process Integration and Management.

Além desses trabalhos, o autor orientou iniciação científica na Universidade Tiradentes (estudante Luiz Felipe Cerqueira dos Santos, curso Sistemas de Informação) relacionada ao planejamento estratégico de TIC, gerando o artigo “Planejamento Estratégico

da Tecnologia da Informação e Comunicação: uma quase revisão sistemática”, submetido ao 14º Congresso Internacional de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação (CONTECSI), e uma monografia na mesma instituição, denominado “PESEG: uma metodologia de planejamento estratégico de segurança da informação” (estudante Breno Pinho Menezes, curso de Ciências da Computação).

Por fim, no tocante à análise de priorização por meio de um processo lógico e objetivo, espera-se que esta dissertação possa contribuir tanto ao campo das TICs como às áreas da gestão pública e privada, promovendo a assertividade nas decisões sobre investimentos. Considerando-se que a PETIC vem sendo ampliada e melhorada no decorrer dos anos, sugere-se para trabalhos futuros, em níveis de graduação e mestrado, investigações sobre a aplicação do PDM em um sistema de indicação de ações durante o planejamento estratégico. Tal sistema, utilizado para a recomendação de itens, poderia ser empregado no processo de PE, por meio de mineração de dados junto ao Web PETIC Wizard. Torna-se interessante, também, pesquisas que abordem o uso do Analytic Hierarchy Process (AHP) na avaliação de critérios para o PDM. O método AHP permite decompor e sintetizar as relações entre os critérios para que eles sejam priorizados, adotando modelagem matemática na avaliação de importância e ordenação das posições. Atualmente o PDM prioriza os critérios por meio de pontuação atribuída pelo gestor, tal modelo geraria um novo processo de análise multi-criterial.

REFERÊNCIAS

AKABANE, Getulio K. **Gestão estratégica da Tecnologia da Informação**: conceitos, metodologias, planejamento e avaliações. São Paulo: Atlas, 2012.

ALBRIGHT, S. Christian.; WINSTON, Wayne L. **Business analytics**: data analysis and decision making. 5. ed. Boston: Cengage Learning, 2014.

AMER, Muhammad; DAIM, Tugrul U.; JETTER, Antonie. A review of scenario planning. **Futures**, Lincoln, v. 46, p. 23-40, fev. 2013.

ANUÁRIO INFORMÁTICA HOJE. São Paulo: Fórum Editorial, 2016.

AVERY, Phillipa M.; GREENWOOD, Garrison W.; MICHALEWICZ, Zbigniew. Coevolving strategic intelligence. In: IEEE CONGRESS ON EVOLUTIONARY COMPUTATION, 2008, Hong Kong. **Proceedings ...** Hong Kong: IEEE, 2008. p. 3523-3530.

BECK, Kent. **TDD desenvolvimento guiado por testes**. Tradução Jean Felipe Patikowski Cheiran. Porto Alegre: Bookman, 2010.

BLANCHE, Martin Terre; DURRHEIM, Kevin; PAINTER, Desmond. **Research in practice**: applied methods for the social sciences. 2. ed. Cape Town: University of Cape Town Press, 2006.

BRASSCON. **Estratégia TIC Brasil 2022**. Disponível em: <<http://www.brasscom.org.br/brasscom/Portugues/detInstitucional.php?codArea=3&codCategoria=48#collapse72>>. Acesso em: 6 dez. 2015.

BOAVENTURA, Edivaldo M. **Metodologia da pesquisa**: monografia, dissertação, tese. São Paulo: Atlas, 2004.

CASSARRO, Antonio C. **Sistemas de informações para tomada de decisões**. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

CASSIDY, Anita. **A practical guide to information systems strategic planning**. New York: CRC press, 2016.

CHAI, Junyi; LIU, James NK; NGAI, Eric WT. Application of decision-making techniques in supplier selection: a systematic review of literature. **Expert Systems with Applications**, Louisiana (USA), v. 40, n. 10, p. 3872-3885, ago. 2013.

CHEN, Shuwei; LIU, Jun; WANG, Hui; AUGUSTO, Juan Carlos. Ordering based decision making—a survey. **Information Fusion**, Granada, v. 14, n. 4, p. 521-531, out. 2013.

CPD/PMA. **Planejamento Estratégico do Centro de Processamento de Dados da Prefeitura Municipal de Aracaju** 2015-2019. CPD/PMA, 2015.

DOMINGUES, Alexandre Albuquerque; ROSINI, Alessandro Marco; PALMISANO, Ângelo; SILVA, Orlando Roque da. **Gestão estratégica de tecnologia da informação**: estudo

sobre a aplicação da TI como suporte de decisão as organizações. **Universitas Gestão e TI**, Brasília, v. 5, n. 1, p. 1-12, jan/jun. 2015.

DUARTE JÚNIOR, Antonio Marcos. **Análise de investimentos em projetos**: viabilidade financeira e riscos. São Paulo: Saint Paul, 2013.

DRUCKER, Peter. Entrevistas a Jeffrei A. Krames. In: KRAMES, Jeffrei A. **A cabeça de Peter Drucker**. Rio de Janeiro: Sextante, 2010.

EVANS, Eric. **Domain-driven design**: atacando as complexidades no coração do software. Tradução Tibério Júlio Couto Novais. Rio de Janeiro: Alta Books, 2010.

FIGUEIREDO, Saulo Pofório. **Gestão do conhecimento**: estratégias competitivas para a criação e mobilização do conhecimento na empresa. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOMES, Luiz Flavio Autran Monteiro; GOMES, Carlos Francisco Simões. **Tomada de decisão gerencial**: enfoque multicritério. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

HABIB, Mamum; PATHIK, Bischwajit Banik; MARYAM, Hafsa. Research methodoogy: contemporary practices. Newcastle upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing, 2014.

HWANG, Ching-Lai; YOON, Kwangsun. Methods for multiple attribute decision making. In: **Multiple attribute decision making**. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 1981, p. 58-191.

ISKANDAR, Basuki Yusuf; MATHAR, Fadhilah. A conceptual paper on ICT as national strategic resources toward national competitiveness. In: ADVANCED COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION SYSTEMS (ICACSIS), 18/19, 2014, Jakarta. **Proceedings ...** Jakarta: IEEE, 2014. p. 119-124.

JOIA, Luiz Antonio; SILVA, André Antunes Nogueirada; MIRANDA JUNIOR, Cid Carvalho; RAMOS, Eduardo Augusto de Andrade. **Gestão estratégica da tecnologia da informação**. Rio de Janeiro: FGV, 2015.

KICH, Juliane Ines di Francesco; PEREIRA, Maurício Fernandes. **Planejamento estratégico**: os pressupostos básicos para uma implantação eficaz. São Paulo: Atlas, 2011.

KOTLER, Philip. **Administração de marketing**. São Paulo: Atlas, 1975.

KOTHARI, Chakravanti Rajagopalachari. **Research methodology**: methods and techniques. New Delhi: New Age International, 2004.

LECHETA, Ricardo R. **Web services restful**: aprenda a criar web services restful em java na nuvem do google. São Paulo: Novatec, 2015.

LIAO, Wei-Cheng; YIN, Chi-Yen; CHIANG, Johannes K. Decision making model on strategic technology investment using game theory. In: INDUSTRIAL ENGINEERING AND ENGINEERING MANAGEMENT, 3., 2009, Hong Kong. **Proceedings ...** Hong Kong: IEEE, 2009. p. 813-817.

LIMA, Isaiás; PINHEIRO, Carlos A. M.; SANTOS, Flávia Oliveira. **Inteligência artificial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

MAGALHÃES, Fábio Luis Falchi de; GASPAR, Marcos Antônio.; CAMPOS, José Guilherme Ferraz de. Information technology strategic planning: analysis of concepts frameworks and process presented in textbooks published in Brazil. CONGRESSO INTERNACIONAL DE GESTÃO DA TECNOLOGIA E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO , 13., 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Tecsí, 2016. p. 3065-3094.

MEIRELLES, Fernando de Souza. **26ª Pesquisa anual do uso de TI**. Disponível em: <<http://eaesp.fgvsp.br/ensinoeconhecimento/centros/cia/pesquisa>>. Acesso em: 25 jul. 2015.

NASCIMENTO, Rogério Patrício Chagas do. Metodologia PETIC: planejamento estratégico em TIC. In: NUNES, Maria Augusta Silvia Neto; OLIVEIRA, Adicinéia Aparecida de; ORDONEZ, Edward David Moreno. **Projetos e pesquisas em Ciências da Computação do DCOMP/PROCC/UFS**. São Cristóvão: Editora UFS, 2012.

NOURI, Fahimeh Aliakbari; ESBOUEI, Saber Khalili; ANTUCHEVICIENE, Jurgita. A hybrid MCDM approach based on fuzzy ANP and uzzy TOPSIS for technology selection. **Informatica**, Lithuania, v. 26, n. 3, p. 369-388, nov. 2015.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologias e prática**. 33. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

PALMEIRA, Jeirlan Correia. **PETIC 3.0: proposta de aperfeiçoamento da metodologia PETIC**. 2011. 214 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2012.

PALMEIRA, Jeirlan Correia; NETO, Alberto Costa; NASCIMENTO, Rogério Patrício Chagas do. PETIC 3.0: proposta de aperfeiçoamento da metodologia PETIC. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE GESTÃO DA TECNOLOGIA E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO, 9., 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Tecsí, 2012. p. 4413-4442.

PARVANEH, Fatemeh; EL-SAYEGH, Sameh Monir. Project selection using the combined approach of AHP and LP. **Journal of Financial Management of Property and Construction**, Preston, v. 21, n. 1, p. 39-53, jan-apr. 2016.

PERDIGÃO, Dulce Mantella; HERLINGER, Maximiliano; WHITE, Oriana Monarca. (Org). **Teoria e prática da pesquisa aplicada**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

PETIC. **Petic Wizard**. Disponível em: <<http://petic.sourceforge.net/>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

POWER, Daniel J.; SHARDA, Ramesh; BURSTEIN, Frada. **Decision support systems**. In: Wiley Encyclopedia of Management. v. 7. New Jersey: John Wiley & Sons Inc, 2015.

RAMÍREZ-ANORMALIZA, Richard; VILLAO-SANTOS, Freddy; RAMÍREZ-ANORMALIZA, Hamiltón. Planeación estratégica de tecnologías de la información y comunicación. **Ciencia y Tecnología**, Guadalajara, v. 5, p. 53-65, abr-out. 2013.

RĘBIASZ, Bogdan; GAWEL, Bartłomiej; SKALNA, Iwona. Fuzzy multi-attribute evaluation of investments. In: **Advances in ICT for business, industry and public sector**. Basel: Springer International Publishing, 2015, p. 141-156.

REIK, Alexander; LINDEMANN, Udo. Analyzing which technology-related information is required at which stage of product planning: a literature-based approach to integrate technology management into strategic product planning. In: **ENGINEERING, TECHNOLOGY AND INNOVATION**, x., 2014, Cidade. **Proceedings ...** Bergamo: IEEE, 2014. p. 1-10.

REZENDE, Denis Alcides. **Planejamento de sistemas de informação e informática**: guia prático para planejar a tecnologia da informação integrada ao planejamento estratégico das organizações. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

REZENDE, Denis Alcides. **Planejamento estratégico público ou privado**: guia para projetos em organizações de governo ou de negócios. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2015.

REZENDE, Denis Alcides; ABREU, Aline França de. **Tecnologia da informação aplicada a sistemas de informação empresariais**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 27. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SHAN, Ying-Jie. Integration IS strategy planning: five stages framework based on the business strategy. In: **MANAGEMENT SCIENCE AND ENGINEERING**, 16., 2009, Moscow. **Proceedings ...** Moscow: IEEE, 2009. p. 1224-1229.

SENA, André Pedral Sampaio de. **Planejamento estratégico**: como avaliar e controlar. Bahia: Edufba, 2013.

SETIM, Marcos José Setim; REZENDE, Denis Alcides. Information technology strategic plan: a brazilian contact center case. In: **CONGRESSO INTERNACIONAL DE GESTÃO DA TECNOLOGIA E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**, 8., 2011, São Paulo. **Anais ...** São Paulo: Tecs, 2011, p. 2536-2560.

STAIR, Ralph M., REYNOLDS, George W. **Princípios de sistemas de informação**. Tradução Novertis do Brasil. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

THOMPSON, Steven; EKMAN, Peter; SELBY, Daniel; WHITAKER, Jonathan. A model to support IT infrastructure planning and the allocation of IT governance authority. **Decision Support Systems**, Connecticut, v. 59, p. 108-118, mar. 2014.

VENTURINI, Jacir J. **Álgebra vetorial e geometria analítica**. 8ª edição (atualizada). Disponível em: <<http://www.geometriaanalitica.com.br>>. Acesso em: 5 dez. 2015.

WAZLAWICK, Raul Sidnei. **História da Computação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

WOHLIN, Claes et al. **Experimentation in software engineering**. Dordrecht: Springer Science & Business Media, 2012.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

YUJIE, Niu; XINDI, Wang. Research on the matching of IT strategic planning and business strategy. In: COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION TECHNOLOGY (ICCSIT), 3., 2010, Beijing. **Proceedings ...** Beijing: IEEE, 2010. p. 177-181.

APÊNDICES

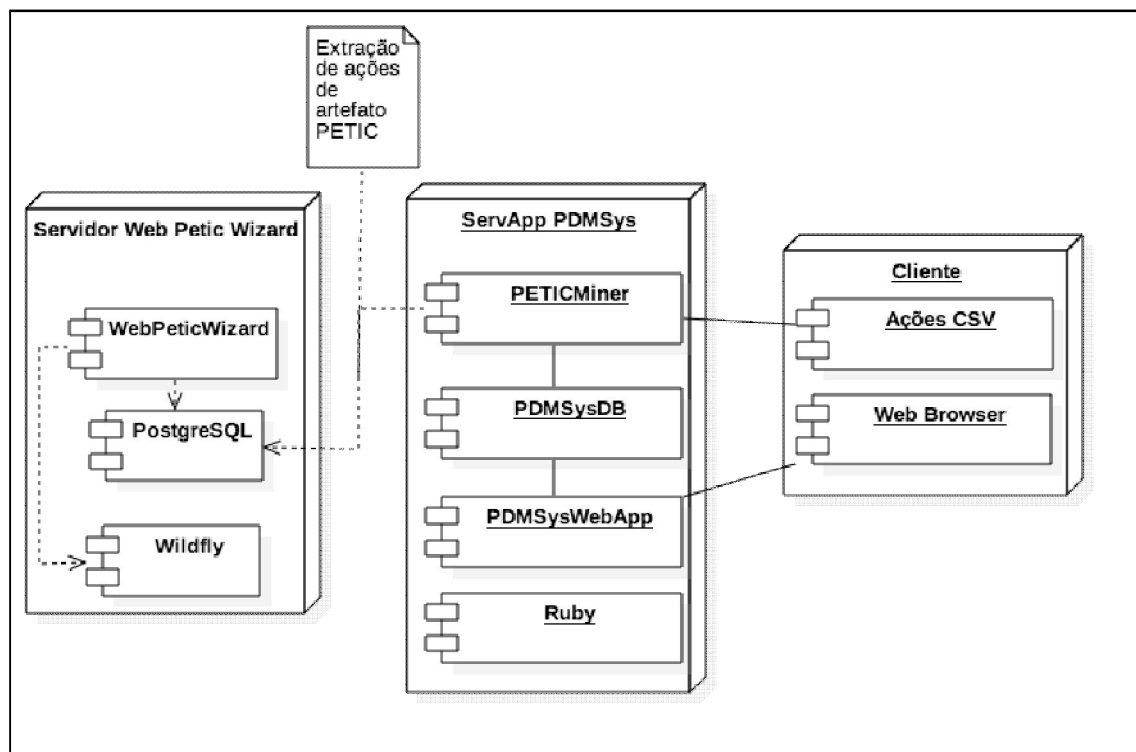
Apêndice A – Quadro de ações Prefeitura Municipal de Aracaju/SE.

Id	Ação
1	Manter Conectividade com o Servidor de Banco de Dados
2	Adquirir Data Warehouse
3	Tratar Duplicidade de Arquivos no Banco
4	Melhorar Tempo de resposta ao servidor
5	Implementar Escalabilidade
6	Adquirir Novo servidor de arquivo e disposição de fitas de backup
7	Melhorar Encriptação e controle de acesso aos dados
8	Reforçar a utilização de Cookies para segurança
9	Desenvolver Site Responsivo Melhorando seu sistema de busca
10	Utilizar CMS para praticidade de manutenção do site
11	Utilizar serviço na nuvem para Documentos e agendamentos de atividades
12	Aquisição de Software para Telecomunicação e Área de Dados
13	Treinamento para Política de Licenciamento de Software
14	Reutilizar antigo servidor para ambiente desenvolvimento
15	Utilização do portal Wiki para equipe
16	Aquisição de software para Negócio
17	Utilização de mensageiros instantâneos (Spark)
18	Adquirir modelo de melhoria de software
19	Adquirir BI
20	Planejamento de Alocação de Hardware por setor
21	Manutenção dos Servidores
22	Elaboração e Execução de Manutenção Preventiva
23	Contratar serviço de segurança para Data Center
24	Implementar sistema de catracas Eletrônicas
25	Trocar central de ramais
26	Novo contrato de telefonia fixa
27	Adquirir Serviço de PABX Virtual
28	Utilização de e-mail e Spark
29	Implementar melhor segurança no acesso a dados da rede
30	Investir na infraestrutura de rede física e sem fio
31	Melhorar a política de acesso à internet no Active Directory e servidor proxy
32	Melhorar regras no IPTABLES do firewall
33	Utilizar dimensionamento de banda para aplicações prioritárias
34	Disponibilidade do servidor de internet/proxy
35	Implementar suporte a acesso VPN
36	Aquisição de sistema de tramite de documentos
37	Realizar Reuniões de Gestão para Equipes
38	Analisar Desempenho Funcional
39	Incentivar Colaboradores para Atividades Físicas Proposta pela Organização
40	Formação de Equipes com Rodízio Semanal entre Colaboradores
41	Consertar a sala cofre do CPD
42	Aquisição de Software de Integração de Projetos e Monitoramento

Apêndice B – Quadro de ações do Sindicato das Secretárias e Secretários do Estado de São Paulo.

Id	Ação
1	Documentação dos processos
2	Aquisição de novo servidor
3	Instalação de Whatsapp em um dos computadores
4	Implementação de sistema de controle de chamados (Ideia Ocomon)
5	Aquisição de nobreak administrável
6	Tempo para projetos inovadores (02 a 03 horas por semana)
7	Automação do processo de cadastro entre o site e o sistema
8	Melhoria no processo de requisitos internos para relatórios
9	Iniciação de processo de desenvolvimento de relatórios e sistemas internamente
10	Criação de política de projeto de aquisição
11	implementação de Datawarehouse e BI
12	Criação de processo de backup
13	Implementação processo de disponibilidade
14	Validação de SEO dos sites e responsabilidade
15	Criação de processo de uso de nuvem
16	Elaboração de processo de desenvolvimento interno
17	Elaboração de processo de análise com base em negócios
18	Elaboração de processo de capacitação e qualificação
19	Implementação de controle de versão documental (Alfresco)
20	Automação de processos
21	Criação e documentação de processo de validação e verificação
22	Ampliação do sistema de relacionamento com o cliente
23	Implementação de sistema de gerenciamento de projetos
24	Elaboração de processo de gerenciamento de projetos
25	Implementação de processo de manutenção preventiva
26	Elaboração de processo de melhoria contínua da rede de dados
27	Elaboração de processo de melhoria do sistema de email empregando o Zimbra em caráter de teste
28	Elaboração de plano de metas anuais, em conformidade com as metas do sindicato.
29	Elaboração de metas para o TI
30	Implementação de VPN
31	Troca de localização dos servidores (ar condicionado)
32	Aquisição de Switch
33	Implementação de fibra ótica para interligação entre central de cabeamento e servidor
34	Emprego do uso do Kanban para gestão de tarefas

Apêndice C – Visão de implementação da integração da Web Petic Wizard ao PDMSys por meio do extrator PETICMiner



Fonte: Elaborado pelo autor.